



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

MAESTRIA EN AGROECOLOGIA Y AMBIENTE

**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UNA
CURTIEMBRE EN EL CANTON CUENCA MEDIANTE LA
APLICACIÓN DOSIFICADA DE EMAs
(Microorganismos Eficientes Autóctonos)**

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE MAGISTER AGROECOLOGIA Y AMBIENTE

AUTOR: Ing. Mario Vinicio Morocho Yascaribay

DIRECTOR: Phd. Fernando Gerardo Bermúdez

CUENCA, ECUADOR

2017



RESUMEN

Las actividades humanas, comerciales e industriales están contaminando las aguas que normalmente son usadas para la productividad agrícola, es así que el Ministerio del Ambiente (MAE) regula estas actividades exigiendo según la legislación ambiental que el agua captada sea devuelta aguas arriba en iguales o mejores condiciones que las iniciales, y dentro de parámetros según el texto unificado de legislación ambiental secundaria (TULAS) cuando es descargada al alcantarillado.

Para recuperar las condiciones de captación se implementan tratamientos primarios, secundarios y terciarios en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), el objetivo de estas plantas de tratamiento son el de producir efluentes y lodos reutilizables en el medio ambiente y para diferenciarlas del tratamiento de agua potable es común llamarlo estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR)

La mayoría de tratamientos se basan en la dosificación de químicos como coagulantes y floculantes, es por eso que se evaluó los microorganismos eficientes como un tratamiento ambiental para estas aguas industriales.

En este estudio se analizaron tres tratamientos en las aguas residuales de una curtiembre de la Ciudad de Cuenca. Se evaluó un tratamiento físico químico (Terra flock GM – Back Flock RR) y dos tratamientos basados en microorganismos eficientes/efectivos (EM® y EM1).

Este experimento se desarrolló usando un DBCA con 4 repeticiones, observándose que, aunque no se obtuvo el resultado esperado, es el tratamiento físico químico el que da mejor resultado, obteniendo una disminución considerable de DBO₅, DQO y Cr. Además al contrastar los tratamientos de EMAs con EM1 se puede observar que no existe una diferencia considerable entre los microorganismos capturados y los comerciales.

Palabras Claves: Microorganismos Eficientes, Agua residuales, Efluentes, Cromo.



ABSTRACT

Waters that are used for agricultural productivity are being contaminated by human commercial and industrial activities. For this reason the Environmental Ministry regulates these actions in accordance with the environmental legislation, demanding that the water obtained be returned upstream in the same initial or better conditions. When the water is discharged into the sewerage it must also be within settings corresponding to the unified text of the secondary environmental legislation.

In order to restore the obtained water to its natural setting it undergoes a cycle of treatments in specialized sewage water treatment plants. The objective of these treatment plants is to produce effluents and mud that can be reused in the environment. These are often called sewage water purifying stations to set them apart from treatment plants that specialize in drinking water.

The majority of treatments are based on doses of chemicals such as coagulants and flocculants classifying microorganisms as an efficient environmental treatment for these industrial waters.

This study analyzed three treatments of wasteful waters from a tannery in the city of Cuenca. One physical chemical treatment was evaluated (Terra flock GM – Back Flock RR) along with two effective microorganism treatments (EM® y EM1).

This experiment developed from the use of DBCA in four repetitions, determining that although the expected result was not obtained the physical chemical treatment gives the best results, significantly decreasing DBO5, DQO, and Cr. Additionally when compared to EM1, EMAs treatments conclude that there is no considerable difference between the captured microorganisms and commercial ones.

Keywords: Efficient microorganisms, Wastewater, Effluents, Chrome.



INDICE

RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
INDICE	4
LISTA DE TABLAS.....	6
LISTA DE FIGURAS	8
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA.....	10
AGRADECIMIENTOS	15
DEDICATORIA.....	16
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	17
1.1 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.	19
1.1.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
1.2 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	19
CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1 CONCEPTOS GENERALES.	20
2.2 AGUAS RESIDUALES	21
2.3 LOS MICROORGANISMOS EFICACES	22
2.4 LA REUTILIZACIÓN DE LODO.....	23
2.5 EMAS.....	24
2.6 UNIDAD EXPERIMENTAL	25
2.7 CROMO	25
2.8 COAGULANTE Y FLOCULANTE	26
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1 ZONA DE ESTUDIO.	29
3.2 CAPTURA DE EMAS.....	30
3.2.1 METODO PRUEBA DE JARRAS.....	34
3.4 ANALISIS ESTADISTICO.....	36
CAPITULO IV: RESULTADOS	37
4.1 CARACTERIZACION DE MICROORGANISMOS EFICIENTES	37
4.2 PRUEBA DE JARRAS	38



4.3 RESULTADOS DE DBO5.....	43
4.4 RESULTADOS DE DQO.....	44
4.5 RESULTADOS DE FOSFORO.....	45
4.6 RESULTADOS DE PH.....	46
4.7 RESULTADOS DE SOLIDOS SEDIMENTABLES.....	47
4.8 RESULTADOS DE SOLIDOS SUSPENDIDOS.....	48
4.9 RESULTADOS DE SOLIDOS TOTALES.....	49
4.10 RESULTADOS DE SUSTANCIAS SOLUBLES AL HEXANO.....	50
4.11 RESULTADOS DE COLIFORMES TOTALES.....	51
4.12 RESULTADOS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	52
4.13 RESULTADOS DE CROMO.....	53
4.14 RESULTADOS DE PLOMO.....	54
CAPITULO V: DISCUSIÓN.....	55
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	63
ANEXOS	67



LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Caracterización de EM1 Vs EMAs.....	34
TABLA 2. Datos de pruebas de jarras en los 3 tratamientos.....	37
TABLA 3. Caracterización de agua residual con los distintos tratamientos (Bloque1).....	37
TABLA 4. Caracterización de agua residual con los distintos tratamientos (Bloque2).....	37
TABLA 5. Caracterización de agua residual con los distintos tratamientos (Bloque3).....	38
TABLA 6. Caracterización de agua residual con los distintos tratamientos (Bloque4).....	38
TABLA 7. Resumen general de datos obtenidos.....	38
TABLA 8. Resumen general de datos obtenidos por tratamiento.....	39
TABLA 9. Resultados de DBO5.....	40
TABLA 10. Resultados de DQO.....	41
TABLA 11. Resultados de fosforo.....	42
TABLA 12. Resultados Kruskall Wallis(Fosforo) eliminando outliers.....	42
TABLA 13. Resultados de Ph.....	43
TABLA 14. Resultados de Solidos sedimentables.....	44
TABLA 15. Resultados de Solidos suspendidos.....	43
TABLA 16. Resultados Kruskall Wallis (Sol.susp) eliminando outliers.....	43
TABLA 17. Resultados de Solidos Totales.....	43
TABLA 18. Resultados Kruskall Wallis (Sol.Tot) eliminando outliers.....	44
TABLA 19. Resultados de Sustancias solubles al hexano.....	45
TABLA 20. Resultados Kruskall Wallis (Sus.sol.hex) eliminando outliers.....	45
TABLA 21. Resultados de Coliformes totales.....	45
TABLA 22. Resultados Kruskall Wallis (Coliformes) eliminando outliers.....	45
TABLA 23. Resultados de Coliformes termotolerantes.....	45



TABLA 24. Resultados Kruskall Wallis (Col Termot) eliminando outliers.....	45
TABLA 25. Resultados de Cromo.....	45
TABLA 26. Resultados Kruskall Wallis (Cromo) eliminando outliers.....	45
TABLA 27. Resultados de Plomo.....	45



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Curtiembre.....	26
Figura 2. Materiales para captura de EMAs1.....	27
Figura 3. Materiales para captura de EMAs2.....	28
Figura 4. Metodología para captura de EMAs1.....	28
Figura 5. Metodología para captura de EMAs2.....	28
Figura 6. Metodología para captura de EMAs3.....	29
Figura 7. Metodología para captura de EMAs4.....	29
Figura 8. Metodología para captura de EMAs5.....	30
Figura 9. Metodología para captura de EMAs6.....	30
Figura 10. Metodología para captura de EMAs7.....	31
Figura 11. Metodología para captura de EMAs7.....	33
Figura 12. Prueba de jarras en laboratorio.....	35
Figura 13. Prueba con coagulante + floculante.....	36
Figura 14. Prueba de jarras con EM1.....	36
Figura 15. Prueba de jarras con EMAs.....	36
Figura 16. Gráfico Boxplot DBO5 Vs Tratamientos.....	40
Figura 17. Gráfico Boxplot DQO Vs Tratamientos.....	41
Figura 18. Gráfico Boxplot Fosforo Vs Tratamientos.....	42
Figura 19. Gráfico Boxplot Fosforo Vs Tratamientos sin outliers.....	42
Figura 20. Gráfico Boxplot pH Vs Tratamientos.....	43
Figura 21. Gráfico Boxplot Solidos sedimentables Vs Tratamientos.....	44
Figura 22. Gráfico Boxplot Sol.Susp Vs Tratamientos.....	45
Figura 23. Gráfico Boxplot Sol.Susp Vs Tratamientos sin outliers.....	45
Figura 24. Gráfico Boxplot Sol.Tot Vs Tratamientos.....	46
Figura 25. Gráfico Boxplot Sol.Tot Vs Tratamientos sin outliers.....	46



Figura 26. Gráfico Boxplot Sol.Tot Vs Tratamientos.....	47
Figura 27. Gráfico Boxplot Sol.Tot Vs Tratamientos sin outliers.....	47
Figura 28. Gráfico Boxplot Coliformes Totales Vs Tratamientos.....	48
Figura 29. Gráfico Boxplot Coliformes Totales Vs Tratamientos sin outliers.....	48
Figura 30. Gráfico Boxplot Coliformes Termo Vs Tratamientos.....	49
Figura 31. Gráfico Boxplot Coliformes Termo Vs Tratamientos sin outliers.....	49
Figura 32. Gráfico Boxplot Cromo Vs Tratamientos.....	50
Figura 33. Gráfico Boxplot Cromo Vs Tratamientos sin outliers.....	50
Figura 34. Gráfico Boxplot Plomo Vs Tratamientos.....	51



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA

MAE: Ministerio del Ambiente Ecuatoriano.

TULAS: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria.

PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

EDAR: Estación de Depuración de Aguas Residuales.

TERRA FLOCK GM: Coagulante usado para curtiembres.

BACK FLOCK RR: Polímero resínico sintético de alto peso molecular floculante usado para curtiembres.

EM®: Efficient Microorganisms / Effective Microorganisms/ Microorganismos Eficientes.

EM1: Effective Microorganisms / Microbial Inoculant / EM Technology.

EMAs: Efficient Microorganisms Autochthonous/ Microorganismos Eficientes Autoctonos.

DBCA: Diseño de bloques completamente al azar.

DBO5: Demanda bioquímica de oxígeno a 5 días.

DQO: Demanda química de oxígeno.

CR: Cromo.

SST: Solidos suspendidos totales.

PH: Potencial Hidrogeno.

CGA: Comisión de Gestión Ambiental.

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental.

EPA: Agencia de Protección Ambiental.

AR: Agua residual.



OMS: Organización mundial de la salud.

TFQ: Tratamiento físico químico.

Icr: Índice de Cromo.



Mario Vinicio Morocho Yascaribay, autor/a de la tesis "TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UNA CURTIEMBRE EN EL CANTON CUENCA MEDIANTE LA APLICACIÓN DOSIFICADA DE EMAs (Microorganismos Eficientes Autóctonos)", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **MAGISTER AGROECOLOGIA Y AMBIENTE**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, 01 de Marzo 2017



Mario Vinicio Morocho Yascaribay

C.I: 0301508073



Mario Vinicio Morocho Yascaribay, autor/a de la tesis “TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UNA CURTIEMBRE EN EL CANTON CUENCA MEDIANTE LA APLICACIÓN DOSIFICADA DE EMAs (Microorganismos Eficientes Autóctonos)”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 01 de Marzo 2017



Mario Vinicio Morocho Yascaribay

C.I: 0301508073



DERECHOS DE AUTOR

El autor/es del presente trabajo y la Universidad de Cuenca, otorgan el permiso de usar esta tesis para fines de consulta y como referencia científico-técnica de apoyo. Cualquier otro uso estará sometido a las Leyes de Propiedad Intelectual Vigentes. Otro tipo de permisos para usar el material de este documento, deberán ser obtenidos del autor expresamente.

Cuenca, a 28, Noviembre, 2016.



AGRADECIMIENTOS

De manera especial al Phd. Fernando Bermúdez, por su acompañamiento en el presente estudio y el tiempo brindado para cumplir con los objetivos. Al Phd. Javier Aguirre por compartir su conocimiento y experiencia para guiarme en la investigación.

Mario Morocho Yascaribay.



DEDICATORIA

A mi esposa Elizabeth Jimenez Herrera, por su apoyo incondicional, a mis hijos que motivan mi existencia. A mis padres y suegros por su comprensión y respeto que han ayudado de sobremanera el que pueda alcanzar esta nueva meta en mi vida.

Mario Morocho Yascaribay.



CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Al promover el cambio de la matriz productiva incentivando al crecimiento de la industria se está dando apertura para un mayor impacto ambiental que debe ser prevenido y mitigado en beneficio de la salud y el bienestar de los seres humanos y el planeta (Política ambiental de CGA, 2006). La mayoría de estas industrias usan en sus procesos derivados de petróleo, otras como la minería emplean principalmente mercurio (Hg), con cianuro (CN) (Chavarrya, 2012), y empresas como curtiembres (Shinner & Klauser, 2005) , que en la ciudad de Cuenca emplean en sus procesos silicatos, licor de cromo, sulfatos de sodio y tensoactivos, dando como resultado solidos sedimentables, en suspensión, solidos totales, cromo, etc., todas las aguas de proceso resultantes de estas industrias no son tratadas adecuadamente ya sea por su costo elevado, por falta de una opción de manejo o porque su tratamiento seria aplicar otra clase de químicos lo cual es perjudicial para el medio ambiente (Maksaev, 2009).

Estas aguas de proceso residuales en su mayoría no son enviadas a la alcantarilla pasando a ser parte del suelo y hasta del suelo agrícola, las aguas que son desechadas en la alcantarilla son casi imposible detectarlos in situ y son detectados en la planta de oxigenación en Ucubamba mediante caracterización de aguas, es decir de forma reactiva y no preventiva. (TULSMA, 2013).

El presente estudio analizó tres métodos diferentes para el tratamiento de aguas residuales de una curtiembre (EIA, 2012) las cuales deben tener en su caracterización los siguientes parámetros: Cr; Sustancias solubles al hexano; Ph; DBO5; DBO; Solidos Sedimentables; Solidos Suspendidos; Solidos Totales; Sulfuros (TULAS, 2013); en las aguas residuales usamos un método físico químico (coagulante y floculante) y dos tratamientos con microorganismos: las EMAs previamente obtenidas y analizadas y la EM1(EM®) tecnología de Efficient Microorganisms basado en la actividad sinérgica de consorcios de microorganismos eficaces según Higa (Higa y Parr, 1994).

Los microorganismos EM® son una tecnología desarrollada por el Dr. Teruo Higa en la década de los 80 en Okinagua Japón (Sangkkara, 2002).



Los EMAs son cultivos microbianos mixtos que han sido obtenidos en los ecosistemas locales, y que contienen varios tipos de microorganismos con funciones diferentes, entre los que se encuentran: Bacterias productoras de ácido láctico, Levaduras, Actinomicetes, Hongos filamentosos, y Bacterias fotosintéticas (Holt, 2000), *R. Palustris* degrada compuestos aromáticos (JGI, 2005) *Pseudomonas pseudoalcaligenes* metabolizan cianuro (Análisis proteómico de la degradación de cianuro - Huertas et al, 2009), *Bacillus* sp. y *Staphylococcus capitis* reduce Cr 6 a Cr3 con una eficiencia del 86% y 89% respectivamente, después de 144 h de exposición a efluentes industriales (Zahor & Rehman, 2009), *Intrasporangium* sp., reduce Cr+6, también en forma aerobia (Yang et al 2009), *Bacillus* sp reducción de Cr+6 (Camargo et al 2004), bacterias sulfo-oxidantes y la adición de azufre elemental fueron eficaces en la eliminación del cromo (Fang et al 2007), *A. thiooxidans* fue probada en lodos de curtiembres, para la solubilización del Cr+3 a los 5 días alcanzó una remoción del 99.7% (Wang et al. 2007), *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida* sp., *Pichia* sp., y los hongos filamentosos *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., y *Rhizopus* sp. transforman de Cr+6 a especies reducidas (Gutiérrez et al 2010).

Los EMAs al aplicar en tratamientos de aguas residuales transforman y sintetizan la materia orgánica. Reduce los valores de DBO5 sistemas de tratamiento convencionales (Fioravanti, M, Vega, N 2003).

El Cr 6 es un contaminante de prioridad 1 catalogado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA: www.epa.gov), ya que es estable en solución acuosa y por lo tanto de alta movilidad en diferentes ambientes, con un alto potencial mutagénico y carcinogénico. El pasaje a Cr 3 produce la inmovilización por precipitación de hidróxidos y la disminución en la mutagenicidad (National Toxicology Program, 2014). La utilización de microorganismos resistentes a Cr con capacidad de bioconversión Cr 6 en Cr 3 es de fundamental importancia en el tratamiento biológico de efluentes industriales (Revista Química 2003).



1.1 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1.1.OBJETIVO GENERAL

- Evidenciar el efecto de los EMAs en la purificación y descontaminación de las aguas residuales industriales en la Curtiembre de la Ciudad de Cuenca.

1.1.2.OBJETIVO ESPECIFICO

- Evaluar los 3 métodos propuestos (método químico terra flock y back flock, EM1, EMAs) para el tratamiento de aguas residuales industriales en la Curtiembre de la ciudad de Cuenca.
- Determinar los índices de contenido de Cromo en los 3 métodos aplicados en el tratamiento de aguas residuales industriales en la Curtiembre de la ciudad de Cuenca.

1.2 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Los microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) permiten reducir los residuos físicos químicos contenidos en las aguas industriales de la curtiembre en cumplimiento con la norma del Ministerio del Ambiente del Ecuador.



CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Para poder desarrollar este estudio es necesario tener claro algunos conceptos:

2.1 CONCEPTOS GENERALES.

Como se mencionó anteriormente para el tratamiento se usaron microorganismos eficientes a la par de la dosificación de coagulantes y floculantes, de esta manera iniciaremos diciendo que:

Los Microorganismos: “También llamado microbio, es un ser vivo que sólo puede visualizarse en microscopio.” (Vida naturaleza y ciencia, Thomas Deichmann, Detlev Ganten y Thilo Spahl, 2004).

Los microorganismos eficientes (EM) por sus siglas en inglés (efficient microorganisms), contienen microorganismos seleccionados, incluyendo bacterias de ácido láctico y levaduras, y un número menor de bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos. Al ser estos compatibles entre sí pueden coexistir en cultivo líquido (Higa y Parr 1994). Por lo tanto los EM se aplican en forma de una mezcla líquida que se produce a través de un proceso natural de fermentación (Acosta Almazar, 2012).

Es importante también definir dentro de los microorganismos eficientes las **Bacterias Fotosintéticas** las mismas que son autotróficas ya que pueden sintetizar su propio alimento. (Serrano, F. 2010)

Levaduras son minúsculos organismos vivos, micro hongos monocelulares que crecen y se multiplican prodigiosamente. La levadura se reproduce por gemación y por división. Los medios nutritivos más apropiados para la multiplicación de las células son los siguientes: los azúcares, las sales minerales, las materias nitrogenadas y el oxígeno (Guanochanga, 2013).

Bacterias Acido lácticas o Ácido Láctico (C₃ H₆ O₃): Es una molécula monocarboxílica orgánica que se produce en el curso del metabolismo anaeróbico



láctico (glucólisis anaeróbica). Comienza en el mismo instante en que se agrega el coagulante y dura solo fracciones de segundo (Suarez, J. 1987).

Los tratamientos más comunes para el tratamiento de aguas residuales es mediante la adición de coagulantes y floculantes es por eso importante hablar sobre la **Coagulación**: Que es el proceso de formación de pequeñas partículas gelatinosas mediante la adición de un coagulante al agua y la aplicación de energía de mezclado, que desestabiliza las partículas suspendidas por neutralización de las cargas de coloides cargados negativamente (Ghafari, S., Abdul, H., Hasnain, M. And Akbar, A., 2008)

De igual manera la **Floculación**: Es el proceso mediante el cual se juntan las partículas desestabilizadas o coaguladas para formar un aglomerado más grande llamado flóculo y se debe a un mecanismo de formación de puentes químicos o enlaces físicos. Operativamente, la floculación se consigue recurriendo a una mezcla moderada y prolongada que transforma las partículas coaguladas de tamaño submicroscópico en otras suspendidas, discretas y visibles (Pradilla, F., 1994).

Estos tratamientos serán aplicados en el agua residual de la curtiembre y para esto necesitamos definir:

2.2 Aguas residuales (AR): Que en forma general es aquella que ha sufrido una alteración en sus características físicas, químicas o biológicas por la introducción de contaminantes como residuos sólidos, biológicos, químicos, municipales, industriales, agrícolas etc., afectando así los ecosistemas acuáticos y su entorno (Novotny, Sánchez, 2003).

AR provenientes del uso de una población son líquidos de composición variables que pueden clasificarse según su origen en aguas residuales domésticas, industriales, de infiltración y pluviales. Siendo las dos primeras las más relacionadas con la contaminación del Agua (Metcalf Y Eddy, 2003). Según la (Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua Libro VI Anexo 1) las aguas residuales son aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos,



incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Al hablar de los parámetros biológicos estas se relacionan con los organismos y microorganismos en partículas bacterias y virus, entre otros, causantes de enfermedades. Para poder clasificar las AR de acuerdo a sus características biológicas, se cuenta con valores establecidos que dependerán de la utilización que se prevé y los requisitos sanitarios. La gran mayoría de los países determina los valores permitidos con base en lo estipulado por la Organización Mundial De La Salud (OMS) adaptándolo a sus circunstancias.

A continuación se presentan algunos de los organismos empleados para determinar la calidad biológica del agua (ANEXO 1). Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional. (Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua Libro VI). El tratamiento de las AR se divide en preliminar, primario, secundario y terciario indicando así el nivel de remoción de contaminantes que se alcanza a medida que se pasa de un tratamiento a otro (Orozco Y Salazar, 1989). La selección de un tratamiento para un AR depende de diversos factores como las características iniciales del agua, el requerimiento de la calidad del efluente los costos y la disponibilidad de un terreno destinado para tal fin (Ramalho. 1983).

En el (ANEXO 2).se presentan las características de cada tipo de tratamiento

Como parte de los tratamientos descritos anteriormente y principalmente del tratamiento secundario, el componente biológico es de gran importancia, dentro de esta clase de tratamientos se encuentran:

2.3 Los Microorganismos Eficaces (EM): Cuyos microorganismos se describen con más detalle a continuación.

Se usa el término (EM) o en inglés Efficient Microorganisms para denotar cultivos mixtos específico de microorganismos benéficos conocidos que son empleados efectivamente como inoculantes microbianos (Higa y Parr, 1994), y ha sido empleada en diferentes campos como la agricultura, industria animal, remediación ambiental, entre otros y se encuentra en la actualidad ampliamente distribuida (Sangkkara, 2002).



Según la guía de los microorganismos efectivos el método y dosis de aplicación de EM (Guía de la tecnología EM) recomendada es la siguiente:

Cantidad de EM (semanal)=volumen de caudal diario/1000 (en caso de DBO menor que 1,000mg/l)

Por ejemplo si son 10m³ de agua a tratar la cantidad de EM será 10lts.

En caso de que la DBO del caudal sea mayor de 1,000mg/l, la aplicación de EM, será doblada, o sea 1/500.

Por ejemplo para 10m³ de agua a ser tratada la cantidad de EM será 20lts.

En todos los casos la calidad y características del agua a ser tratada varía de una actividad a otra, es por eso que es necesario realizar una prueba de jarras para determinar la dosis a ser aplicada (Silvana Quijandría, 2012).

Los efectos de la aplicación de EM® son los siguientes (Aegarth “Asociación de Graduados de la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda – Capítulo Ecuador”): Reducción de olores ofensivos, especialmente se puede observar en caudal y filtro. Mejoramiento de capacidad de MLSS (Lodo Suspendido y Líquido Mixto). Es importante recalcar que existen algunos estudios que demuestran que no siempre cumple con esta condición (Szymanski and Patterson, 2003).

Generalmente durante la aireación presenta MLSS 1,000 al 2,000mg/l pero después del uso de EM®, su capacidad aumentará a 4,000mg/l lo cual ayudará a digerir los lodos.

Mejora la calidad de agua, el EM® descompone la materia orgánica lo cual ayuda a reducir la actividad de Protozoarios, por lo que la eficiencia del sistema mejora y al fin la calidad de agua también mejora (sin embargo si hubiera en el caudal más de 150% de la capacidad de planta, no se puede aplicar esta teoría).

Luego del tratamiento obtendremos un sedimento el cual deberá ser dispuesto y manejado según su característica es por eso que la hablaremos de:

2.4 La reutilización de lodo: Generalmente el lodo que sale de la planta de tratamiento de agua, no tiene uso agrícola, pero el lodo tratado con EM® tiene mayor



concentración de nutrientes por sus levaduras, bacterias, hongos y microorganismos por lo que se puede utilizar como abono o sustrato para uso agrícola.

Reducción de lodo: La concentración de lodo se aumenta por el uso de EM®, por lo que automáticamente se reduce el volumen de lodo.

Reducción del uso de químicos: La aplicación de EM® puede lograr la reducción de productos químicos, por ejemplo aumentara la concentración de lodo por lo que no es necesario usar solidificadora y también reduce coliformes con lo cual puede eliminar el uso de cloro.

Forma de operación más sostenible con eco sistema: Cuando se habla de diversidad microbiana tenemos que considerar que existen microorganismos resistentes y microorganismos tolerantes a metales. La resistencia o tolerancia experimentada por microorganismos es posible gracias a la acción de diferentes mecanismos. (Revista Química Viva, 2003) estos fenómenos son: biosorción, bioacumulación, biomineralización, biotransformación y quimiosorción mediada por microorganismos.

Al hablar de los microorganismos eficientes tenemos necesariamente que definir los microorganismos eficientes autóctonos (EMAs):

2.5 Los EMAs: Son cultivos microbianos mixtos que han sido obtenidos en los ecosistemas locales, y que contienen varios tipos de microorganismos con funciones diferentes, entre los que se encuentran: Bacterias productoras de ácido láctico, Levaduras, Actinomicetes, Hongos filamentosos, y Bacterias fotosintéticas (Holt, 2000), al aplicar las EMAs en tratamientos de aguas residuales transforman y sintetizan la materia orgánica.

Cabe recalcar que se deben hacer dosificaciones para obtener la eficiencia de las EMAS según (Absorption of Arsenic And Chromium by Using Efficient Microorganisms in the Waters of the Inner Bay of the Lake Titicaca-Puno, 2012). Las EMAS reducen los valores de DBO y DQO (Rumipamba, 2010). Incrementa los valores de oxígeno disuelto. Reduce producción de lodos en sistemas de tratamiento convencionales (Fioravanti, M, Vega, N 2003).



2.6 Unidad Experimental: En la ciudad de Cuenca existen 2 curtiembres con importantes cantidades de producción y por ende de materia prima, sus descargas de efluentes a la alcantarilla y a los ríos hacen que se busque un método de tratamiento para minimizar los parámetros ambientales y sobre todo la cantidad de cromo que es una materia prima para el curtido de los cueros, los efluentes de curtiembre poseen microorganismos con buena capacidad proteolítica, potencialmente utilizables en el tratamiento biológico y la revalorización de los residuos orgánicos, conducentes a la disminución de la DBO (Aislamiento de Microorganismos Proteolíticos con Potencial de Bioconversión a partir de Efluentes de Curtiembre 2012)

Según el (Ministerio del Ambiente. Enero de 2003. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria. Libro VI. Anexo 1. Corporación de Estudios y Publicaciones. Quito) Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes Recurso Agua. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua. “El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción”

“Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga de esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere sus origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento” (ANEXO 3) TABLA 2. Caracterización De Efluentes requerida para Curtiembre por el MAE AZUAY, Cr (TULAS máximo de 0,3 mg/l); Sustancias solubles al hexano (TULAS 0,3 mg/l); Ph (TULAS 5); DBO₅ (TULAS 100 mg/l); DBO (TULAS 250 mg/l); Sólidos Sedimentables (TULAS 1 mg/l); Sólidos Suspendidos (TULAS 100 mg/l); Sólidos Totales (TULAS 1600 mg/l); Sulfuros (TULAS 500 Ug/l); Coliformes fecales y termotolerantes (3000NMP/100ml)

2.7 Cromo: El Cr es un elemento que se encuentra naturalmente y que puede existir



en varias formas químicas y estados de valencia en el ambiente, este elemento es usado en curtiembres, y las personas que participan del proceso productivo del cuero tienen un riesgo significativo de presentar hallazgos clínicos posiblemente atribuibles a la exposición. (Revista de Salud Pública ISSN, 2009).

El cromo es un oligoelemento presente en el organismo en forma de Cr 3 que ayuda a sintetizar la glucosa, colesterol, ácidos grasos, involucrado en otros múltiples procesos biológicos (Chromium Toxicity, 2006). Cuando se habla de la *toxicología del Cromo se habla* de los derivados Cr 6 que, contrariamente a los Cr3 penetran en el organismo por cualquier vía con mayor facilidad. El Cr6 es considerado carcinógeno (International Agency for Research on Cancer (IARC, 1982). El Cr 3 no ha sido comprobado como carcinogénico. El Cr se absorbe por vía oral, respiratoria o dérmica.

Se distribuye a nivel de médula ósea, pulmones, ganglios linfáticos, bazo, riñón, e hígado. La absorción del Cr 3 es menor que la del Cr 6. El Cr 3 no atraviesa las membranas celulares, uniéndose directamente a la transferrina. El Cr (+6) se reduce rápidamente a (+3) intracelularmente a nivel de mitocondrias y el núcleo. La reducción intracelular genera intermediarios reactivos como Cr (+5), Cr (+4) y Cr (+3), así como radicales libres hidroxilo y oxígeno. Estas formas reactivas del Cr son susceptibles de alterar el ADN. (Téllez, J. Carvajal, R. M. & Gaitán, A. M. 2004). La exposición aguda de cromo puede provocar necrosis hepática (Chromium Toxicity, 2006).

Como se mencionó anteriormente uno de los métodos más usados para el tratamiento de aguas industrial son los que emplean coagulantes y floculantes, es por eso necesario hablar sobre estos métodos.

2.8 Coagulante y Floculante: En la actualidad en la Curtiembre Sol Cuero se emplea un método químico básicamente aplicando aditivos como son el Terra Flock GM (coagulante) y el Back Flock RR (floculante) distribuido por la casa productora PELLITAL. A continuación exponemos su tecnología tomada de las fichas técnicas de estos productos:



- Terra Flock GM

Descripción

Es un producto coagulante formulado para ser empleado especialmente en el tratamiento de aguas residuales de curtiembres. Su función es provocar la insolubilización y posterior separación de los contaminantes presentes en aguas de los distintos procesos del sector húmedo de la producción de cueros.

Aguas residuales de procesos de pelambre curtido recurtido:

Se emplea en el tratamiento de aguas que contienen proteínas, curtientes, recurtientes, colorantes, aceites nutrientes etc. provenientes de los distintos procesos húmedos, que no se han fijado al cuero. La insolubilización de estos productos disueltos están condicionadas por factores físico-químicos y el complemento de productos como nuestro Flock Limo NW cuya función es la de acelerar la sedimentación de sólidos en suspensión y toda la materia orgánica disuelta.

Son tratamientos rápidos con la formación de sedimentos insolubilizados, que se depositan en el fondo del recipiente, como una fase inferior en forma de barro, y de una fase superior de agua incolora o levemente coloreada que ha sido purificada. Esta separación se consigue en tiempos de 30 minutos a 2 horas una fuerte disminución de la DQO (demanda química de oxígeno) lográndose así la descontaminación parcial del agua a tratar.

Especificaciones:

Color: Ámbar claro, Aspecto: Líquido transparente, pH: 2-3

Modo de empleo:

La dosis de uso varía entre 50 y 500 ppm dependiendo del tipo de agua a tratar que debe clasificarse mediante ensayos de laboratorio p.ej con equipo Jar-Test. Preparar una solución del producto puro entre 1 y 5 % y agregar mediante bomba dosificadora resistente a la corrosión en una zona de alta turbulencia.

Almacenamiento Mantener a temperaturas entre 10 y 30°C. Manipular con precaución usando anteojos y guantes. Instrucciones en Hoja de Seguridad.

Envases: Tambores de 200 kg. Neto.

- **Back Flock RR**

Descripción

Polímero resínico sintético de alto peso molecular, de acción floculante para el tratamiento de aguas residuales de curtiembres. Su función es favorecer la formación de flóculos, después de la coagulación de la materia orgánica insolubilizada y su rápida separación del agua a tratar.

Aguas residuales de procesos de pelambre curtido recurtido

Las aguas residuales provenientes de los procesos de pelambre, curtido, recurtido, tintado, engrase etc. tratadas previamente con nuestro coagulante, Flock Terra G pueden ser purificadas en menores tiempos con el uso adicional de Back Flock RR, que favorece la formación de flóculos de mayor tamaño, lo que aumenta su peso y de ese modo acelera la separación de los sólidos disueltos, causantes de la contaminación.

Especificaciones

Aspecto: Líquido transparente Color: Incoloro. pH: Aprox. 7.5.

Dosis

Aguas residuales de pelambre no destructores de pelo: Dosificar 1000 - 3000 ppm después de agregar Flock Terra G. Se producirá una insolubilización de la materia orgánica en el fondo del recipiente (barros).

Aguas residuales de curtido al cromo: Dosificar 500 - 1000.ppm, dejar reposar 1 hs. Se producirá una insolubilización del curtiente cromo disuelto en el fondo del recipiente (barros).

Aguas residuales de recurtido, tintado y engrase:

Dosificar 250 – 500 ppm después de agregar Flock Terra G. Se producirá la insolubilización de materia orgánica disuelta, depositándose en el fondo del recipiente en forma de barros.

Almacenamiento

Mantener los envases bien cerrados y procurar buena ventilación del recinto de trabajo. Manipular usando anteojos y guantes de seguridad. No almacenar a temperaturas superiores a 30 °C ni menores a 10°C, no exponer a la luz solar directa.

Envases:

Tambores plásticos de 200kg. Neto.

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ZONA DE ESTUDIO.

El estudio fue realizado en la Curtiembre Solcuero ubicada en la Provincia del Azuay, Ciudad de Cuenca, parroquia Machangara, Avenida Panamericana Norte km 7,5 sector del cuartel Dávalos , WGS84 X: 729212 ; y: 9683175 Altitud 2396 msnm.



Figura 1. Ubicación de la Curtiembre

El agua residual que se analizó fue muestreada en la fábrica y si bien la curtiembre está ubicada junto a la Avenida Panamericana (rectángulo más grande), la captura de las EMAs se realizó en la rivera del río (rectángulo más largo).

El presente estudio analizó tres métodos diferentes para el tratamiento de aguas residuales de una Curtiembre (EIA, 2012) las cuales deben tener en su caracterización los siguientes parámetros Cr; Sustancias solubles al hexano; Ph ; DBO5; DBO; Solidos Sedimentables; Solidos Suspendidos; Solidos Totales; Sulfuros. Coliformes totales y termotolerantes.

En las aguas residuales dosificamos por un lado las EMAs previamente obtenidas y analizadas; y por otro lado la EM1 tecnología de Efficient Microorganisms basado en la actividad sinérgica de consorcios de microorganismos eficaces (Higa y Parr, 1994) expuesta como testigo alternativa para el tratamiento de aguas contaminadas ya que según la bibliografía incrementa las densidades de microorganismos que pueden utilizar los compuestos presentes en el agua como fuente de carbono y energía para su metabolismo y crecimiento, reduciendo sus concentraciones (Cardona y García, 2008). Estos microorganismos EM® son una tecnología desarrollada por el Dr. Teruo Higa en la década de los 80 en Okinagua Japón (Sangkkara, 2002).

A continuación se explicara el método de captura de EMAs (Sangkkara, 2002):

3.2 CAPTURA DE EMAs.

- Materiales:

Para la captura de EMAs se usó los siguientes materiales, 25 tarrinas de plástico, 25 pedazos de tela nylon.25 ligas o pedazos de elástico.



Figura 2._ Materiales para captura de Emas1.

Para la preparación se usaron 2libras de arroz cocinado sin sal y sin manteca, 1/2 litro de melaza o miel de panela, 1 libra de harina de pescado.



Figura 3._ Materiales para captura de Emas2

- Metodología:

Según la metodología de Higa procedimos de la siguiente manera

1. Pusimos en cada tarrina 4 cucharadas de arroz cocinado sin sal y sin manteca.
2. Agregamos 1 cucharada de melaza a cada tarrina.
3. Agregamos en cada tarrina 4 cucharadas de harina de pescado.



Figura 4._ Metodologia para captura de EMAs1

4. Tapamos la boca del tarro con un pedazo de tela nylon y lo aseguramos bien con una liga o elástico.

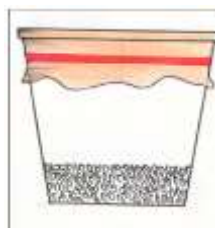


Figura 5._ Metodologia para captura de EMAs2

5. Según la bibliografía citada la captura de los microorganismos se realizó en sitios adecuados, como:

- a. Un talud húmedo y cubierto de vegetación,
- b. Un sector próximo a una fuente de agua: canal o reservorio,
- c. Un árbol o arbusto sano y robusto.

En nuestro caso se eligió colocar las trampas junto a un lugar húmedo y bajo los árboles del sector, pero nuestro trampeo fracasó por dos ocasiones debido a los roedores propios del sector.



Figura 6._ Metodología para captura de EMAs3

6. Procedimos a enterrar las tarrinas en las áreas elegidas, dejando el borde de las mismas a 10 centímetros de profundidad.

7. Cubrimos de materia orgánica en proceso de descomposición recogida en los sectores circundantes, sobre el nylon que tapa la boca del tarro.



Figura 7._ Metodología para captura de EMAs4

- Cosecha de Microorganismos:

- a. Luego de dos semanas se desenterró las tarrinas y sacamos el arroz que estaba impregnado de microorganismos.
- b. La cosecha de microorganismo lo colocamos en un balde de plástico



Figura 8._ Metodología para captura de EMAs5

- Obtención de la Solución Madre:

- a. Agregamos 15 litros de agua limpia a la cosecha de arroz con microorganismos.
- b. Agregamos 5 litros de melaza y luego se mezcló por el espacio de 5 a 10 minutos.
- c. Se colocó la mezcla en un tanque, lo cerré herméticamente y dejé fermentar por 15 días en condiciones anaeróbicas.

Transcurridos 15 días de la fermentación se procedió a filtrar la solución madre para eliminar la parte gruesa de la mezcla (se obtuvieron 20 litros de Solución Madre de Microorganismos Eficientes Autóctonos).



Figura 9._ Metodología para captura de EMAs6

- Microorganismos eficientes autóctonos:

- En un tanque plástico de 200 litros (50 galones) se agregó 20 litros de solución madre de microorganismos (EMAs), 4 litros de leche, 4 litros de melaza, agua limpia no clorada 150 litros, cuando ha concluido el proceso de fermentación de la mezcla, se procedió a destapar el tanque.



Figura 10._ Metodología para captura de EMAs⁷

Como se mencionó anteriormente la mezcla presenta un color y olor característico de la fermentación, es el momento de usar las EMAs.

Las EMAs obtenidas así como las EM comerciales fueron caracterizadas en el laboratorio Plantspherelabs de la Ciudad de Quito del Dr. Carlos Falconi Borja Phd, donde se usaron diferentes métodos como: Bioquímicos, Citohisto Químicos, Químicos, Tax morfológica.

De igual forma el agua residual de la curtiembre se caracterizó en el laboratorio de ETAPA EP de la ciudad de Cuenca, las caracterizaciones se realizaron para el tratamiento físico químico como para la muestra sin tratamiento así como también para los que fueron tratados con EMAs y EM1.

3.2.1 METODO PRUEBA DE JARRAS.

Para la obtención de la dosificación de los coagulantes y floculantes se usa el método de jarras (Schulz, 1990).

- Primero se llenó un bidón con agua proveniente de las fuentes de captación sin tratamiento previo.
- De este bidón se midió 0.8 litros para ser colocado en las determinadas jarras del equipo, seis en total
- Una vez llenas las jarras se procedió a colocar los químicos recomendados.
- Primero se probó el coagulante, este coagulante se adiciona cuando el agitador está a 180rpm, con una jeringa adicionamos 1ml en la primera jarra, 2ml en la



segunda jarra, 3ml en la tercera jarra, 4ml en la cuarta jarra, 5ml en la quinta jarra, en la sexta jarra no colocamos ningún químico ya que este nos sirvió como testigo.

Si no se ve ningún cambio volver a repetir el ensayo tomando el agua del bidón y adicionando coagulante desde 5ml.

Se pudo observar los coágulos en el agua dándonos la dosis del coagulante.

- Luego se realizó el ensayo para el floculante de la misma manera, dando como la mejor dosis el que forma los mejores flocks, observar Tabla2.

3.3 METODOLOGIA PARA EL DISEÑO EXPERIMENTAL

Luego de haber trampeado las EMAs y haberlas caracterizado, se procedió a tomar una muestra del agua de proceso o agua residual de la curtiembre, se homogenizó para tener una muestra representativa como dice la teoría, para luego caracterizarlo en el laboratorio de ETAPA EP y tener datos antes del tratamiento, este primer resultado será nuestro testigo (Testigo) es decir antes del tratamiento.

Luego en 3 recipientes de 1 galón se tomó una muestra de esta misma agua residual del bidón y se aplicó la dosis obtenida en la prueba de jarras tanto para el tratamiento físico químico (TFQ), como para los microorganismos eficientes EM1 y EMAs.

En el caso del tratamiento coagulante y floculante (TFQ) se dejó sedimentar durante 24 horas y luego se llevó al laboratorio de ETAPA para la caracterización del agua tratada.

Para el caso de los microorganismos eficientes se lo caracterizaron en 7 días según (Ari-Añamuro, 2012).

Al estar todas las muestras a la misma temperatura y con las mismas condiciones se pudo manejar un diseño de bloques completamente al azar DBCA 4x4.

Para el análisis de los datos estadísticos se realizó una prueba de Kruskal Wallis (J. Susan Milton, 2001).

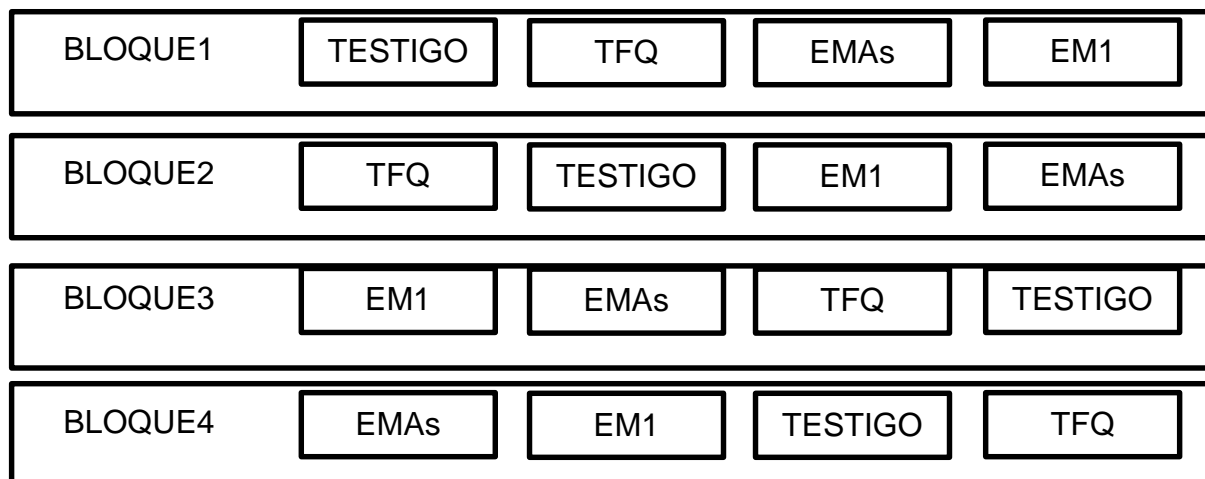


Figura 11. Diseño de bloques completamente al azar (DBCA)

La variable dependiente será la caracterización de las aguas residuales industriales: DBO, DQO, fosforo total, pH, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sólidos totales, sustancias solubles al hexano, cromo, plomo, microbiológicos (bacterias coliformes fecales y termotolerantes).

Los métodos usados en esta caracterización son físico químicos, indicadores de contaminación bioquímica, indicadores de contaminación microbiológica, absorción atómica para metales.

3.4 ANALISIS ESTADISTICO

Los datos tabulados fueron analizados mediante programas estadísticos como Infostat e IBM SPSS Statistics 22.0, los análisis son:

- Análisis de la Varianza (ANOVA Analysis of Variance) (Massart, 1997).
- Coeficiente de Variación.
- Retracción de Outliers.
- Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 CARACTERIZACION DE MICROORGANISMOS EFICIENTES

Dentro de nuestro diseño experimental se utilizó EMAs y EM1, los cuales fueron caracterizados en un laboratorio de la Ciudad de Quito Plantspherelabs (Tabla 1) para determinar su composición antes de proceder a la prueba de jarras.

MICROORGANISMO EM DETECTADO	MUESTRA 1 EM1 Log ufc ml ⁻¹	MUESTRA 2 EMs Log ufc ml ⁻¹	SIGNIFICADO BIOCATALITICO
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2.2226598	1.0356843	Acidificante del medio donde se localiza. Se pueden detectar pH de hasta 5. Alta producción de CO ₂ , componente inhibitorio de los demás microorganismos.
<i>Lactobacillus casei</i>	1.9564872	2.5956807	Acidificador del medio. Eficiente convertidor de azúcares simples. Componentes que son usados dentro de las cadenas tróficas simples microbianas.
<i>Lactobacillus vulgaricus</i>	2.0885565	1.0995465	Acidificador de medio donde se localiza.
<i>Schizosaccharomyces</i> sp.	1.9785678	0.8135558	Componente energético del medio.
<i>Saccharomyces boluaitii</i>	0.5206624	1.5899545	Desdoblador de azúcares simples y complejos.
<i>Pseudomonas</i> sp.	1.2254664	2.65865545	Consumo carbohidratos y componentes orgánicos del medio, produce metabolitos secundarios de aglutinación de componentes minerales, especialmente de Fe. Competidor de EMs, a causa de consumo de fuentes nutricionales, por lo tanto un contaminante del medio.
<i>Bacillus</i> sp.	1.0106998	0.9556113	Contaminante del cultivo EMs, produce sustancias inhibitorias de los demás componentes EMs.
<i>Torula</i> sp.	2.0556854	1.6652855	Levadura contaminante del medio, competidora de nutrientes del medio. Alto productor de metabolito secundarios especialmente del tipo carbohidratos sencillos.

Dr. Carlos Falconi Borja Ph.D.
LABORATORIOS
PlantSphereLabs
0999796977 – 0988087239 - 6023531

TABLA 1. Caracterización de EM1 Vs EMAs

Según Higa, los principales tipos de microorganismos presentes en EM@ son las bacterias lácticas (*Lactobacillus casei*), bacterias fotosintéticas (*Rhodospseudomonas palustris*), levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), otros microorganismos beneficiosos como hongos (*Aspergillus oryzae*) pueden prosperar en la mezcla, al compararlos con nuestra caracterización podemos decir

que en nuestro trampeo obtuvimos dichos elementos aunque no en las mismas cantidades.

4.2 PRUEBA DE JARRAS



Figura 12. Prueba de jarras en laboratorio

Se utilizó un equipo para las pruebas de jarras, vasos de 1000ml, varilla de vidrio, balanza analítica, agua residual del proceso de la curtiembre (800ml), coagulante y floculante.

El coagulante dosificamos con una jeringa en cada jarra 1ml, 2ml, 3ml, 4ml, 5ml respectivamente, pero no se ve resultado de coagulación.

Luego dosificamos 5ml, 10ml, 15ml, 20ml, 25ml sin obtener un buen resultado.

Aumentamos la dosificación 30ml, 35ml, 40ml, 45ml, 50ml obteniendo un resultado favorable entre 35 y 45ml, se obtienen coágulos en el agua, se prueba nuevamente con 38ml, 39ml, 40ml, 41ml, 42ml, dando el mejor resultado 40ml.

Para la prueba del floculante se realizó de la siguiente manera, en 800ml dosificamos 40ml de coagulante en todas las 5 jarras dejando la sexta como testigo, luego de estar a 180rpm de agitación durante un minuto, bajamos las revoluciones a 20rpm y adicionamos 1ml en la primera jarra, 2ml en la segunda, 3ml en la tercera, 4ml en la cuarta, 5ml en la quinta sin tener un resultado de floculación.

Aumentamos la dosis a 6ml, 7ml, 8ml, 9ml, 10ml, teniendo como el resultado más favorable el de 6ml, es decir se formaron flocks, pero se nota que los flocks son demasiado livianos esperando 24 horas para la sedimentación y toma de resultado.

En todas las dosificaciones se analizó la turbidez en el espectrofotómetro HACH2000, obteniendo la dosis con la turbidez más baja de 220 ftu.

Para las EMAs se realizó el mismo procedimiento, con estos ensayos tenemos ya las dosis a ser aplicadas en los distintos bloques de nuestro diseño experimental.

El coagulante y floculante así como las EMAs y Em1 vienen previamente preparados.



Figura 13. Prueba de jarras con coagulante + floculante



Figura 14. Prueba de jarras con EM1



Figura 15. Prueba de jarras con EMAs

En todas las pruebas de jarras se partió desde la recomendación del proveedor pero no se vio resultados positivos teniendo que ajustar las dosis en las jarras:

PRUEBA DE JARRAS				
	Coagulante	Floculante	EM1	EMAs
pH	3	6,8	3,5	4,1
Dosis (%)	0,3	0,25	10	10

TABLA 2. Datos de pruebas de jarras en los 3 tratamientos

Luego de los tratamientos se envió las muestras al laboratorio de ETAPA:

PARAMETRO	UNIDAD	FECHA MONITOREO				OBSERVACIONES
		16-may-16	17-may-16	24-may-16	24-may-16	
TRATAMIENTO		TESTIGO	TFQ	EM1	EMAs	
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS OBTENIDOS				LIMITES PERMISIBLES
DBO5	mg/lit	5000	2500	4000	3600	100 mg/lit
DQO	mg/lit	10341	5004	8157	7147	250 mg/lit
FOSFORO TOTAL	mg/lit	14,83	7,69	8,7	4,72	10
ph		10,87	10,45	8,1	8,29	6 a 9
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/lit	0,7	0,5	40	10	1
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/lit	1160	570	770	800	100 mg/lit
SOLIDOS TOTALES	mg/lit	13402	9538	7106	6328	1600 mg/lit
SUST. SOL. HEXANO	mg/lit	103,3	265	50	42	0,3
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,5	<1,8	1,1E+07	9,30E+04	
COLI. TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	2	<1,8	4,90E+05	1,80E+04	
CROMO	Ug/lit	731	172,7	47,3	<20	500 Ug/lit
PLOMO	Ug/lit	<50	<50	<50	<50	500 Ug/lit

TABLA 3. Caracterización de agua residual con los distintos tratamientos (Bloque1)

PARAMETRO	UNIDAD	FECHA MONITOREO				OBSERVACIONES
		23-may-16	24-may-16	31-may-16	31-may-16	
TRATAMIENTO		TESTIGO	TFQ	EM1	EMAs	
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS OBTENIDOS				LIMITES PERMISIBLES
DBO5	mg/lit	3100	2600	17500	28750	100 mg/lit
DQO	mg/lit	8056	7424	32652	44381	250 mg/lit
FOSFORO TOTAL	mg/lit	8,47	8,79	14,02	18,28	10
ph		12,19	11,02	4,72	4,6	6 a 9
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/lit	0,5	0,5	0	0	1
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/lit	1070	990	340	650	100 mg/lit
SOLIDOS TOTALES	mg/lit	10524	10586	29160	42664	1600 mg/lit
SUST. SOL. HEXANO	mg/lit	378	60	56	156	0,3
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4	1,80E+05	7,00E+02	7,00E+02	
COLI. TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	2,1	1,80E+05	4,90E+01	3,30E+01	
CROMO	Ug/lit	108,2	46,5	47,2	53,74	500 Ug/lit
PLOMO	Ug/lit	63,4	<50	<50	<50	500 Ug/lit

TABLA 4. Caracterización de agua residual con los distintos tratamientos (Bloque2)

PARAMETRO	UNIDAD	FECHA MONITOREO				OBSERVACIONES
		30-may-16	31-may-16	07-jun-16	07-jun-16	
TRATAMIENTO		TESTIGO	TFQ	EM1	EMAS	
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS OBTENIDOS				LIMITES PERMISIBLES
DBO5	mg/lit	2950	355	5900	2725	100 mg/lit
DQO	mg/lit	6732	1178	11699	6666	250 mg/lit
FOSFORO TOTAL	mg/lit	11,43	4,07	9,92	6,58	10
ph		10,84	6,93	4,72	6,52	6 a 9
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/lit	0,8	19	0	0	1
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/lit	1152	140	80	240	100 mg/lit
SOLIDOS TOTALES	mg/lit	6952	6444	10206	5926	1600 mg/lit
SUST. SOL. HEXANO	mg/lit	72	20	4	3,6	0,3
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	**	23	6,10E+01	3,50E+03	
COLI. TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	**	<1,8	<1,8	7,00E+02	
CROMO	Ug/lit	4312	<20	338,3	98,5	500 Ug/lit
PLOMO	Ug/lit	<50	<50	<50	<50	500 Ug/lit

TABLA 5. Caracterización de agua residual con los distintos tratamientos (Bloque3)

PARAMETRO	UNIDAD	FECHA MONITOREO				OBSERVACIONES
		06-jun-16	07-jun-16	14-jun-16	14-jun-16	
TRATAMIENTO		TESTIGO	TFQ	EM1	EMAS	
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS OBTENIDOS				LIMITES PERMISIBLES
DBO5	mg/lit	3050	1575	5900	4000	100 mg/lit
DQO	mg/lit	6587	1949	11809	7801	250 mg/lit
FOSFORO TOTAL	mg/lit	13,27	5,66	9,68	11,88	10
ph		11,24	9,97	6,01	9,06	6 a 9
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/lit	1	2,5	0	0	1
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/lit	480	404	500	412	100 mg/lit
SOLIDOS TOTALES	mg/lit	9694	8246	13496	9536	1600 mg/lit
SUST. SOL. HEXANO	mg/lit	29,7	16,6	468	300	0,3
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	2	<1,8	1,30E+02	<1,8	
COLI. TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	
CROMO	Ug/lit	84,7	44	51,2	45,1	500 Ug/lit
PLOMO	Ug/lit	<50	<50	<50	<50	500 Ug/lit

TABLA 6. Caracterización de agua residual con los distintos tratamientos (Bloque4)

A continuación realizaremos un resumen general estadístico de los datos obtenidos:

RESUMEN GENERAL DE DATOS OBTENIDOS					
PARAMETRO	UNIDAD	MAXIMO	MINIMO	D.E	MEDIA
DBO5	mg/lit	28750	355	7195,37	3728,23
DQO	mg/lit	44381	1178	11284,08	7809,04
Fosforo	mg/lit	18,28	4,07	3,90	9,13
pH		12,19	4,6	2,60	8,05
Sol Sedim	mg/lit	40	0	13,86	16,04
Sol Susp	mg/lit	1160	80	350,18	492,02
Sol. Total	mg/lit	42664	5926	9741,48	10511,27
Sust. Sol. Hexano	mg/lit	468	3,6	145,79	57,99
Coliformes	NMP/100ml	180000	1,7	52283,85	84,37
Col. Termo	NMP/100ml	490000	1,7	131256,29	36,82
Cromo	Ug/lit	4312	19	1061,46	93,48
Plomo	Ug/lit	63,4	49	3,60	49,80

TABLA 7. Resumen general de datos obtenidos

A continuación exponemos el resumen de los datos obtenidos por tratamiento:

RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS POR TRATAMIENTO							
PARAMETRO	TRATAMIENTO	UNIDAD	MEDIA	MAXIMO	MINIMO	DESVIACION ESTANDAR	CV
DBO5	EM1	ppm	8325	17500	4000	6181	74
	EMAs	ppm	9768	28750	2725	12665	129
	TESTIGO	ppm	3525	5000	2950	985	27
	TFQ	ppm	1757	2600	355	1042	59
DQO	EM1	ppm	16079	32652	8157	11177	69
	EMAs	ppm	16498	44381	6666	18593	112
	TESTIGO	ppm	7929	10341	6587	1738	21
	TFQ	ppm	3888	7424	1178	2878	74
FOSFORO	EM1	ppm	10,58	14,02	8,7	2,35	22,24
	EMAs	ppm	10,37	18,28	4,72	6,09	58,72
	TESTIGO	ppm	12	14,83	8,47	2,73	22,77
	TFQ	ppm	6,55	8,79	4,07	2,1	32,08
PH	EM1		5,89	8,1	4,72	1,6	27,1
	EMAs		7,12	9,06	4,6	1,99	27,92
	TESTIGO		11,29	12,19	10,84	0,63	5,58
	TFQ		9,59	11,02	6,93	1,83	19,04
SOL. SEDIM	EM1	ppm	10	40	0	20	200
	EMAs	ppm	10	40	0	20	200
	TESTIGO	ppm	0,58	1	0	0,43	75,64
	TFQ	ppm	5,63	19	0,5	8,97	159,4
SOL. SUSP	EM1	ppm	422,5	770	80	289,18	68,44
	EMAs	ppm	525,5	800	240	248,49	47,29
	TESTIGO	ppm	965,5	1160	480	326,21	33,79
	TFQ	ppm	526	990	140	356,42	67,76
SOL. TOTAL	EM1	ppm	14992	29160	7106	9799,07	65,36
	EMAs	ppm	16113,5	42664	5926	17773,89	110,3
	TESTIGO	ppm	10143	13402	6952	2655,2	26,18
	TFQ	ppm	8703,5	10586	6444	1784,64	20,5
SUST. SOL. HEXANO	EM1	ppm	144,5	468	4	216,91	150,11
	EMAs	ppm	125,4	300	3,6	133,18	106,21
	TESTIGO	ppm	145,75	378	29,7	157,74	108,23
	TFQ	ppm	90,4	265	16,6	118,06	130,59
COLIFORMES	EM1	NMP/100ml	297	700	61	350,7	118,08
	EMAs	NMP/100ml	24300,43	93000	1,7	45824,66	188,58
	TESTIGO	NMP/100ml	3,5	4,5	2	1,32	37,8
	TFQ	NMP/100ml	45006,6	180000	1,7	89995,6	199,9
COLIFORMES TERMO	EM1	NMP/100ml	122513,1	490000	1,7	244991,2	199,97
	EMAs	NMP/100ml	4683,68	18000	1,7	8883,3	189,67
	TESTIGO	NMP/100ml	1,93	2,1	1,7	0,21	10,77
	TFQ	NMP/100ml	45001,28	180000	1,7	89999,15	199,99
CROMO	EM1	ppm	121	338,3	47,2	144,88	119,73
	EMAs	ppm	54,09	98,5	19	33,09	61,18
	TESTIGO	ppm	1308,98	4312	84,7	2024,26	154,6
	TFQ	ppm	70,55	172,7	19	69,22	98,12
PLOMO	EM1	ppm	49	49	49	0	0
	EMAs	ppm	49	49	49	0	0
	TESTIGO	ppm	52	63	49	7,2	13,69
	TFQ	ppm	49	49	49	0	0

TABLA 8. Resumen general de datos obtenidos por tratamiento

4.3 Resultados de DBO5

Según el análisis de varianza se observó que no existe significancia ($p > 0,05$), se procedió a realizar el análisis con Kruskal – Wallis, además según el grafico box-plot se observó que existen outliers.

RESULTADOS DE DBO					
TRATAMIENTO	MEDIA (ppm)	DES. ESTANDAR	SIG. ANOVA	SIG. KW	LIMITE MAXIMO (ppm)
EM1	8325	6181	0,3654	0,0139	100
EMAs	9768	12665			
TESTIGO	3525	985			
TFQ	1757	1042			

TABLA 9. Resultados de DBO5

KRUSKALL - WALLIS				
	Trat. Ranks TFQ	Trat. Ranks TESTIGO	Trat. Ranks EMAs	Trat. Ranks EM1
	2,50 A	8,17 A B	10.13 A B	13.13 B

BOX - PLOT

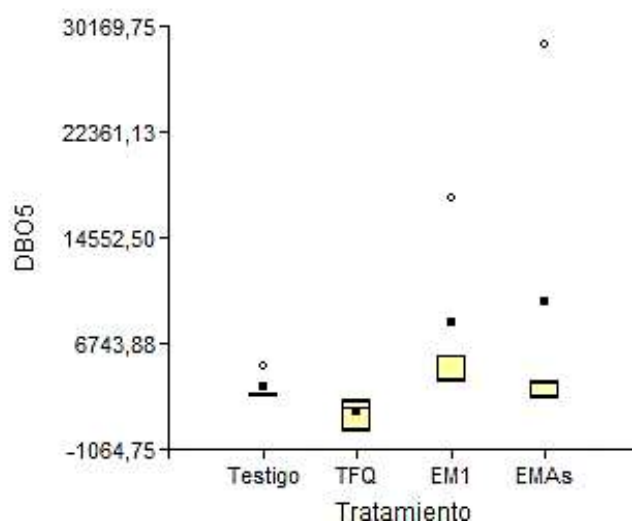


Figura 16. Gráfico DBO5 Vs Tratamientos

Los resultados obtenidos demuestran que el tratamiento físico químico disminuyó la DBO aunque no es lo que se esperaba ya que no cumple con el límite máximo permisible.

En lo que corresponde al tratamiento con EM1 y EMAs el DBO se incrementó por estar estático durante 7 días

4.4 Resultados de DQO.

Según el análisis de varianza se observó que no existe significancia ($p > 0,05$), se procedió a realizar el análisis con Kruskal – Wallis, además según el gráfico box-plot se observó que existen outliers.

RESULTADOS DE DQO					
TRATAMIENTO	MEDIA (ppm)	DES. ESTANDAR	SIG. ANOVA	SIG. KW	LIMITE MAXIMO (ppm)
EM1	16079,25	11177,95	0,3246	0,0361	100
EMAs	16498,75	18593,99			
TESTIGO	7929	1738,55			
TFQ	3888,75	2878,23			

TABLA 10. Resultados de DQO

KRUSKAL - WALLIS				
	Trat. Ranks TFQ	Trat. Ranks TESTIGO	Trat. Ranks EMAs	Trat. Ranks EM1
	3,50 A	8,00 A B	9,25 A B	13,25 B

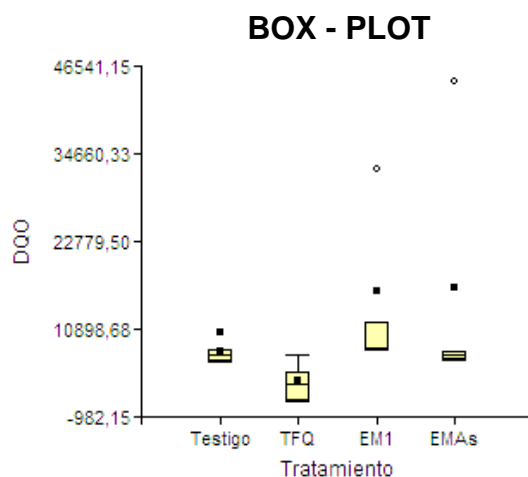


Figura 17. Gráfico DQO Vs Tratamientos

La demanda química de oxígeno disminuyó con el tratamiento físico químico aunque no es lo que se esperaba ya que no entra en norma de descarga, con respecto a los tratamientos con los microorganismos se incrementó drásticamente por su estancamiento durante los 7 días, correlacionándolo con la DBO.

4.5 Resultados de Fosforo.

Según el análisis de varianza se observó que no existe significancia ($p > 0,05$), además se observó en el box-plot que existen outliers (dato en EMAs) los mismos que se descartaron y se procedió a correr la prueba de Kruskal Willis donde obtuvimos una significancia para análisis.

RESULTADOS DE FOSFORO					
TRATAMIENTO	MEDIA (ppm)	DES. ESTANDAR	SIG. ANOVA	SIG. KW	LIMITE MAXIMO (ppm)
EM1	10,58	2,35	0,2422	0,1778	10
EMAs	10,37	6,09			
TESTIGO	12	2,73			
TFQ	6,55	2,1			

TABLA 11. Resultados de FOSFORO

BOX - PLOT

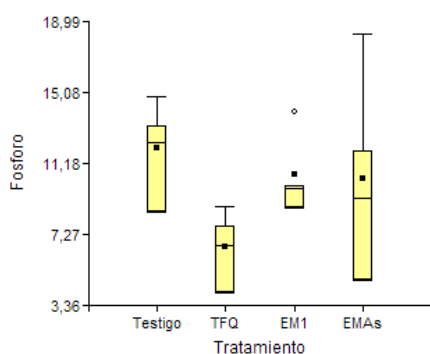


Figura 18. Gráfico FOSFORO Vs Tratamientos

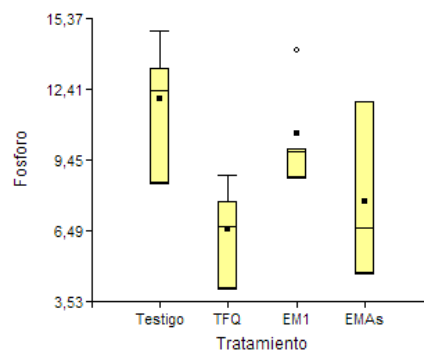


Figura 19. Gráfico FOSFORO Vs Tratamientos sin outliers

Luego de eliminar los outliers volvemos a correr la prueba de Kruskal-Wallis obteniendo los siguientes resultados:

KRUSKALL - WALLIS				
p- valor	Trat. Ranks TFQ	Trat. Ranks TESTIGO	Trat. Ranks EMAs	Trat. Ranks EM1
0,0485	4,25 A	10,50 B	3,00 A	8,67 A B

TABLA 12. Resultados Kruskal Wallis (Fosforo) eliminando outliers

El tratamiento fisico quimico disminuyó los miligramos por litro de fosforo contenidos en el agua entrando en norma de descarga, no así los tratamientos con microorganismos que no dieron el resultado esperado.

4.6 Resultados de Ph.

Se realizó la prueba de Kruskal Willis donde se obtuvo una significancia para análisis ($p < 0,05$), se realizó el grafico box-plot.

RESULTADOS DE PH					
TRATAMIENTO	MEDIA	DES. ESTANDAR	SIG. ANOVA	SIG. KW	LIMITE MAXIMO
EM1	5,89	1,6	0,0019	0,0128	6 A 9
EMAs	7,12	1,99			
TESTIGO	11,29	0,63			
TFQ	9,59	1,83			

TABLA 13. Resultados de Ph

KRUSKAL - WALLIS				
p- valor	Trat. Ranks TFQ	Trat. Ranks TESTIGO	Trat. Ranks EMAs	Trat. Ranks EM1
0,0128	10,25 A B	14,00 B	5,75 A	4,00 A

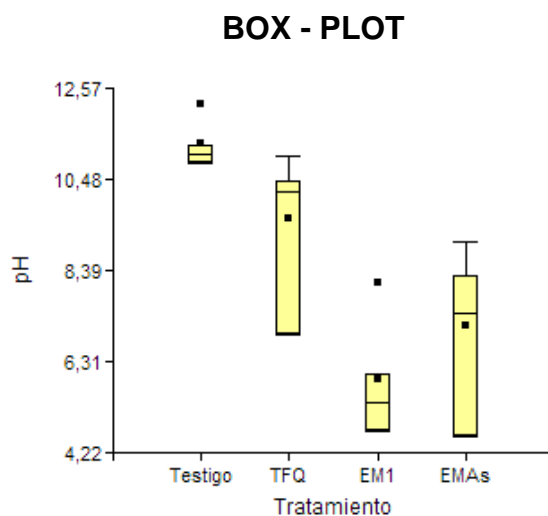


Figura 20. Gráfico pH Vs Tratamientos

A pesar de que tanto el coagulante y floculante tuvieron un carácter ácido, el momento de tratar el agua de la curtiembre altamente alcalina no se logró dejar dentro de norma de descarga el Ph, pero con los microorganismos se logró entrar en rango de descarga debido a que durante los 7 días el agua fermento acidificando el agua estática.

4.7 Resultados de Solidos Sedimentables.

Se observó en el análisis de varianza que no existe significancia ($p > 0,05$), para estos resultados, se realizó el grafico box-plot observándose outliers.

RESULTADOS DE SOLIDOS SEDIMENTABLES					
TRATAMIENTO	MEDIA (ppm)	DES. ESTANDAR	SIG. ANOVA	SIG. KW	LIMITE MAXIMO (ppm)
EM1	10	20	0,7878	0,4684	1
EMAs	10	20			
TESTIGO	0,58	0,43			
TFQ	5,63	8,97			

TABLA 14. Resultados de Solidos sedimentables

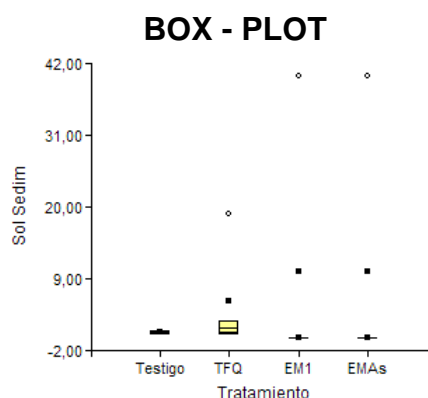


Figura 21. Gráfico Solidos sedimentables Vs Tratamientos

Luego de eliminar los outliers se procede a realizar la prueba de Kruskal – Wallis obteniendo los siguientes datos.

KRUSKAL - WALLIS				
p- valor	Trat. Ranks TFQ	Trat. Ranks TESTIGO	Trat. Ranks EMAs	Trat. Ranks EM1
0,0175	9,67 A B	10,25 B	3,50 A	3,50 A

Si bien es cierto estadísticamente se pueden observar outliers en los tratamientos con microorganismos, al ser materia orgánica el sólido sedimentado es inevitable su descomposición durante los 7 días, lo que provocó que por la emanación de CO₂ los sólidos que sedimentaron flotarían de cierta manera suspendiéndolos.

Con respecto al tratamiento físico químico los flocks formados no son lo suficientemente pesados para que sedimente completamente.

4.8 Resultados de Sólidos Suspendidos.

Según el análisis de varianza se puede observar que no existe significancia ($p > 0,05$), se realizó gráfico box-plot.

RESULTADOS DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS					
TRATAMIENTO	MEDIA (ppm)	DES. ESTANDAR	SIG. ANOVA	SIG. KW	LÍMITE MÁXIMO (ppm)
EM1	422,5	289,18	0,1115	0,1681	100
EMAs	525,5	248,49			
TESTIGO	965,5	326,21			
TFQ	526	356,42			

TABLA 15. Resultados de Sólidos suspendidos

BOX - PLOT

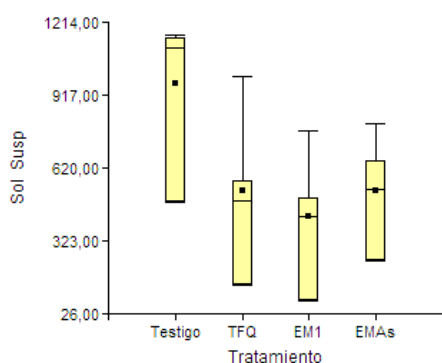


Figura 22. Gráfico Sol.susp Vs Tratamientos

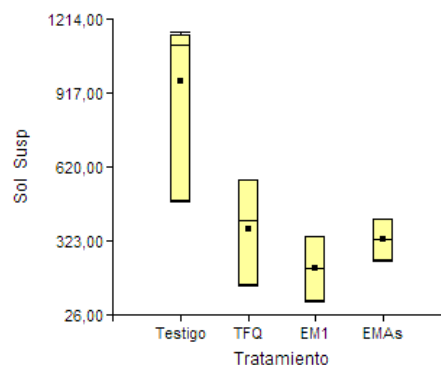


Figura 23. Gráfico Sol.sup Vs Tratamientos sin outliers

Se procedió a descartar outliers (TFQ) y luego a correr la prueba de Kruskal-Wallis obteniendo los siguientes resultados:

KRUSKAL - WALLIS				
p- valor	Trat. Ranks TFQ	Trat. Ranks TESTIGO	Trat. Ranks EMAs	Trat. Ranks EM1
0,0444	3,33 A	4,75 A B	8,50 A B	10,00 B

TABLA 16. Resultados Kruskal Wallis (Sol.susp) eliminando outliers

El tratamiento físico químico disminuyó los sólidos suspendidos pero no es lo que se esperaba quedando fuera de norma de descarga al igual que los tratamientos con microorganismos.

4.9 Resultados de Sólidos Totales.

Según el análisis de varianza se observó que no existe significancia ($p > 0,05$), se realizó gráfico box-plot.

RESULTADOS DE SÓLIDOS TOTALES					
TRATAMIENTO	MEDIA (ppm)	DES. ESTANDAR	SIG. ANOVA	SIG. KW	LÍMITE MÁXIMO (ppm)
EM1	14992	9799,07	0,6921	0,5351	1600
EMAs	16113,5	17773,89			
TESTIGO	10143	2655,2			
TFQ	8703,5	1784,64			

TABLA 17. Resultados de Sólidos Totales

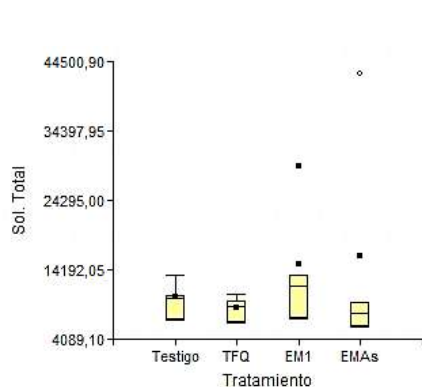


Figura 24. Gráfico Sol.Tot Vs Tratamientos

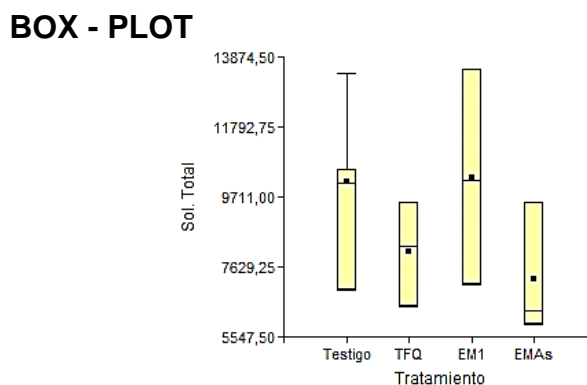


Figura 25. Gráfico Sol.Tot Vs Tratamientos sin outliers

Se procedió a descartar los outliers (EM1 y EMAs) y luego a correr la prueba de Kruskal-Wallis obteniendo los siguientes resultados:

KRUSKALL - WALLIS				
p- valor	Trat. Ranks TFQ	Trat. Ranks TESTIGO	Trat. Ranks EMAs	Trat. Ranks EM1
0,1616	5,67 A	9,00 A	3,33 A	9,33 A

- Significativa a nivel de 20

TABLA 18. Resultados Kruskal Wallis (Sol.Tot) eliminando outliers

Con respecto a los sólidos totales es el TFQ el que disminuyó de manera leve los sólidos pero no está dentro de norma al igual que el tratamiento con EM1 y EMAs.

4.10 Resultados de Sustancias Solubles al Hexano.

Se pudo observar según el análisis de varianza que no existe significancia ($p > 0,05$), se procedió a realizar el grafico box-plot.

RESULTADOS DE SUSTANCIAS SOLUBLES AL HEXANO					
TRATAMIENTO	MEDIA (ppm)	DES. ESTANDAR	SIG. ANOVA	SIG. KW	LIMITE MAXIMO (ppm)
EM1	144,5	216,91	0,9568	0,8403	0,3
EMAs	125,4	133,18			
TESTIGO	145,75	157,74			
TFQ	90,4	118,06			

TABLA 19. Resultados de Sustancias solubles al hexano

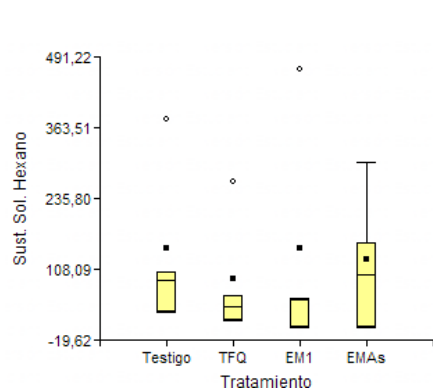


Figura 26. Gráfico Sus.Sol.Hex Vs Tratamientos

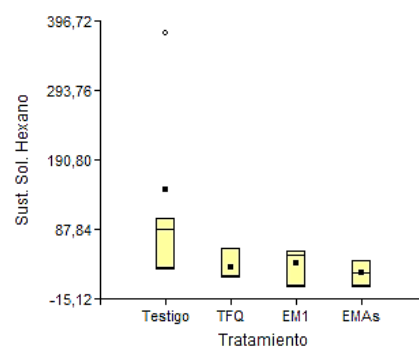


Figura 27. Gráfico Sus.Sol.Hex Vs Tratamientos sin outliers

Se procedió a descartar los outliers (TFQ, EM1, EMAs) y luego a correr la prueba de Kruskal-Wallis obteniendo los siguientes resultados:

KRUSKALL - WALLIS				
p- valor	Trat. Ranks TFQ	Trat. Ranks TESTIGO	Trat. Ranks EMAs	Trat. Ranks EM1
0,2011	5,33 A	9,50 A	3,50 A	5,67 A

TABLA 20. Resultados Kruskal Wallis (Sus.sol.hex) eliminando outliers

Con respecto a las sustancias solubles al hexano se puede ver que ningún tratamiento da resultado esperado.

4.11 Resultados de Coliformes Totales.

Se pudo observar según el análisis de varianza que no existe significancia ($p > 0,05$), se realizó gráfico box-plot.

RESULTADOS DE COLIFORMES TOTALES					
TRATAMIENTO	MEDIA (NMP/100ml)	DES. ESTANDAR	SIG. ANOVA	SIG. KW	LIMITE MAXIMO (NMP/100ml)
EM1	297	350,71	0,6668	0,4337	menores o iguales a 3 000
EMAs	24300,43	45824,66			
TESTIGO	3,5	1,32			
TFQ	45006,6	89995,6			

TABLA 21. Resultados de Coliformes totales

BOX-PLOT

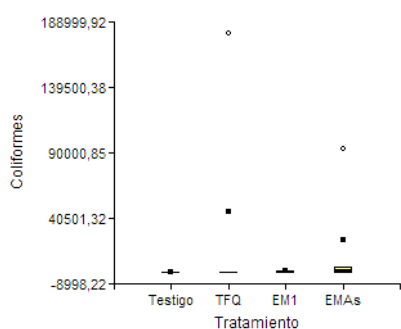


Figura 28. Gráfico Coliformes Vs Tratamientos

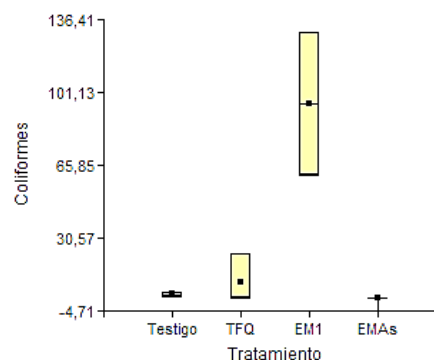


Figura 29. Gráfico Coliformes Vs Tratamientos sin outliers

Se procedió a descartar los outliers (TFQ y EMAs) y luego se corrió la prueba de Kruskal-Wallis obteniendo los siguientes resultados:

KRUSKALL - WALLIS				
p- valor	Trat. Ranks TFQ	Trat. Ranks TESTIGO	Trat. Ranks EMAs	Trat. Ranks EM1
0,1179	6,33 A	3,67 A	4,00 A	5,50 A

TABLA 22. Resultados Kruskal Wallis (Coliformes) eliminando outliers.

Al ser cuero de animales el contenido de e.coli, enterobacter, citrobacter, klebsiella se incrementó de un día para el otro teniendo un crecimiento exponencial, es por eso que se pudo observar que el testigo está dentro de norma con respecto a los coliformes totales, pero ya en el tratamiento físico químico existió un incremento considerable, y de igual manera en el tratamiento con EM1 y EMAs cuyas aguas pasaron 7 días estáticos.

4.12 Resultados de Coliformes Termotolerantes.

Se pudo observar según el análisis de varianza que no existe significancia ($p > 0,05$), se realizó gráfico box-plot.

RESULTADOS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES					
TRATAMIENTO	MEDIA (NMP/100ml)	DES. ESTANDAR	SIG. ANOVA	SIG. KW	LIMITE MAXIMO (NMP/100ml)
EM1	122513,1	244991,27	0,5959	0,7049	menores o iguales a 3 000
EMAs	4683,68	8883,39			
TESTIGO	1,93	0,21			
TFQ	45001,28	89999,15			

TABLA 23. Resultados de Coliformes termotolerantes

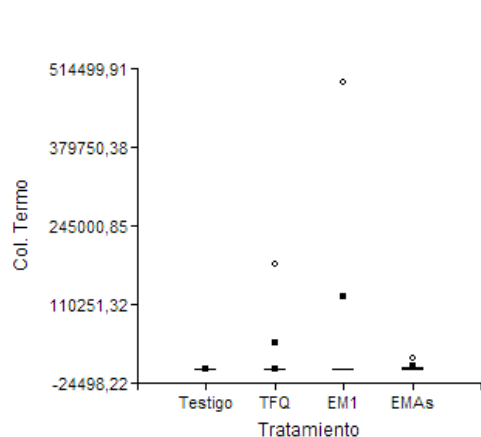


Figura 30. Gráfico Col. Term Vs Tratamientos

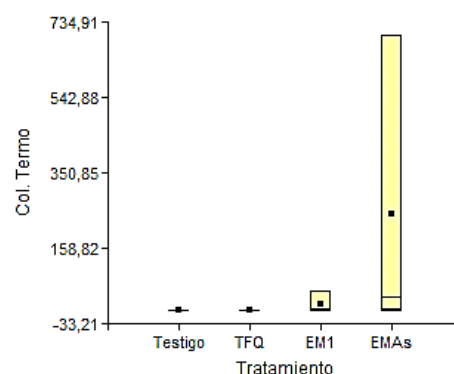


Figura 31. Gráfico Col. Term Vs Tratamientos sin outliers

Se descartó los outliers (TFQ, EM1, EMAs) y luego se corrió la prueba de Kruskal-Wallis obteniendo los siguientes resultados:

KRUSKALL - WALLIS				
p- valor	Trat. Ranks TFQ	Trat. Ranks TESTIGO	Trat. Ranks EMAs	Trat. Ranks EM1
0,3589	4,00 A	7,00 A	8,67 A	6,33 A

TABLA 24. Resultados Kruskal Wallis (Col Termot) eliminando outliers

Al incrementarse los coliformes totales es un hecho que los coliformes termotolerantes se incrementarán en una proporción parecida, en los tres tratamientos no se tuvo los parámetros dentro de norma para la descarga

4.13 Resultados de Cromo.

Se observó según el análisis de varianza que no existe significancia ($p > 0,05$), se realizó gráfico box-plot.

RESULTADOS DE CROMO					
TRATAMIENTO	MEDIA (Ug/lt)	DES. ESTANDAR	SIG. ANOVA	SIG. KW	LIMITE MAXIMO (Ug/lt)
EM1	121	144,88	0,2738	0,0997	500
EMAs	54,09	33,09			
TESTIGO	1308,98	2024,26			
TFQ	70,55	69,22			

TABLA 25. Resultados de Cromo

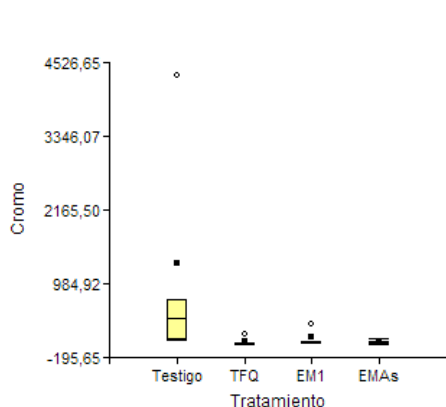


Figura 32. Gráfico Cromo Vs Tratamientos

BOX-PLOT

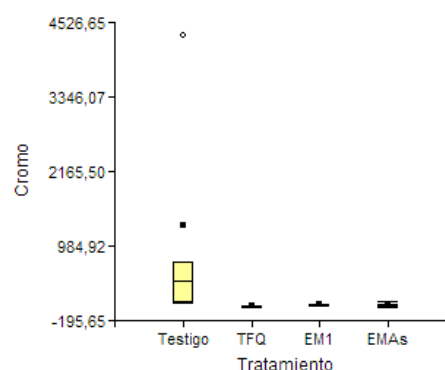


Figura 33. Gráfico Cromo Vs Tratamientos sin outliers

Se procedió a descartar los outliers (EM1) y luego se procedió con la prueba de Kruskal-Wallis obteniendo los siguientes resultados:

KRUSKALL - WALLIS				
p- valor	Trat. Ranks TFQ	Trat. Ranks TESTIGO	Trat. Ranks EMAs	Trat. Ranks EM1
0,0331	3,17 A	12,25 B	6,38 A	7,00 A B

TABLA 26. Resultados Kruskal Wallis (Cromo) eliminando outliers

Se pudo observar en las medias de los datos que el testigo está muy por encima del límite máximo permisible pero en un análisis de estas medias se puede decir que los tres tratamientos disminuyeron los ppm de cromo contenidos en el agua tratada.

4.14 Resultados de Plomo.

Se observó que según el análisis de varianza que no existe significancia ($p > 0,05$), se realizó gráfico box-plot.

RESULTADOS DE PLOMO					
TRATAMIENTO	MEDIA (Ug/lit)	DES. ESTANDAR	SIG. ANOVA	SIG. KW	LIMITE MAXIMO (Ug/lit)
EM1	49	0	0,4262	0,3916	500
EMAs	49	0			
TESTIGO	52,6	7,2			
TFQ	49	0			

TABLA 27. Resultados de Plomo

KRUSKAL - WALLIS				
	Trat. Ranks TFQ	Trat. Ranks TESTIGO	Trat. Ranks EMAs	Trat. Ranks EM1
	8,00 A	10,00 A	8,00 A	8,00 A

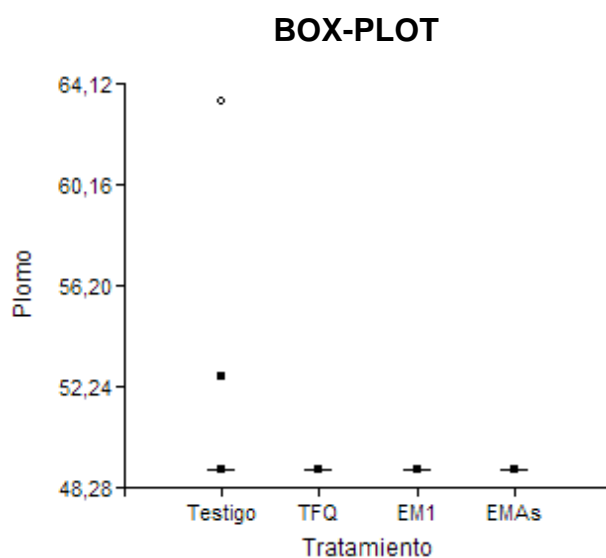


Figura 34. Gráfico Plomo Vs Tratamientos

La caracterización del testigo nos dice que con respecto al plomo no existe una cantidad de este metal que pueda afectar al medio ambiente aunque se pudo observar que los tres tratamientos disminuyen o actúan en el poco plomo que contienen las muestras.



CAPITULO V: DISCUSIÓN

Según Teruo Higa la técnica recomienda para la captura de EMAs debe ser en un lugar cercano a la descarga del agua residual o industrial (Higa Parr, 1994) en nuestro caso las condiciones de ese lugar recomendado no fueron las ideales teniendo inclusive roedores en el área de estudio, los mismos que hicieron fracasar el trampeo por dos ocasiones.

Según Serrano (Serrano F, 2010) los microorganismos eficientes contienen bacterias fotosintéticas que pueden sintetizar su propio alimento, además Guanochoanga (2013) menciona que las levaduras, que también son parte importante de los microorganismos eficientes, producen la multiplicación de las células como las materias nitrogenadas y el oxígeno; según esto y considerando que debíamos conocer los componentes de nuestros microorganismos capturados y comerciales (Holt, 2000) se realizó la caracterización en un laboratorio de la Ciudad de Quito (Planthosphere) para poder determinar los componentes de nuestra muestra, y en general se puede decir que los contenidos de EM1 y EMAs son parecidos aunque sus cantidades varíen (Bacterias, Hongos y Levaduras), nombrando a continuación alguna de ellas como son: $2.222 \text{ Log ufc ml}^{-1}$ *Saccharomyces cerevisiae* en EM1 y $1.035 \text{ Log ufc ml}^{-1}$ *Saccharomyces cerevisiae* en EMAs, $1.010 \text{ Log ufc ml}^{-1}$ *Basillus sp* en EM1 y $0,9556 \text{ Log ufc ml}^{-1}$ *Basillus sp* en EMAs (Sangkkara, 2002).

Según Ghafari (Ghafari, s., Abdul, H., Hansnain, M and Aakbar, A., 2008) en los métodos físicos químicos la coagulación es la acción de formar pequeñas partículas gelatinosas para desestabilizar las partículas suspendidas, es por eso que al realizar nuestros ensayos es importante reconocer cuando se forma este coágulo; de igual manera lo menciona Pradilla (1994) con respecto a la floculación, es por eso que al realizar el diseño experimental se pudo observar que la prueba de jarras es muy importante para el tratamiento de aguas, ya que al usar las dosificaciones recomendadas por el proveedor no se logró ningún cambio en el mismo, es decir cada agua residual a ser tratada es diferente, y los métodos de coagulación, floculación responden diferente a consecuencia de esto; es por eso que para tener una idea clara



de la dosis se necesita realizar las pruebas de jarras corroborando lo que sostiene Silvana Quijandría (2012).

Según el proveedor de los aditivos químicos (Coagulante y Floculante) al dosificar estos en las aguas residuales de una curtiembre disminuye el DBO, DQO, cromo, y aunque se puede observar que si produce una sedimentación rápida el agua tratada estadísticamente no fue significativa, determinándose que la descarga industrial esta sobre los límites máximos permisibles lo cuales afectarían los ecosistemas acuáticos sosteniendo lo que menciona Novotny Sánchez (2003)

Según los autores citados en esta investigación (Rumipamba, 2010), (Fioravanti, M, Vega, N 2003) las EM1 y EMAs reducen los valores de DBO y DQO y aunque producen una sedimentación muy marcada no se obtiene el resultado deseado presentando a lo largo del tiempo un aumento en el DBO y DQO similar al resultado obtenido por Szymanski and Patterson (2003) al tener este aumento de DBO y DQO es evidente que los outliers afectarán el análisis estadístico, con esto podemos decir que el método físico químico usado en la actualidad no es el más idóneo en la curtiembre recomendando realizar otro tipo de tratamiento con otro tipo de coagulantes y floculantes como lo recomienda Orozco (Orozco y Salazar, 1989).

Según Susan, al analizar estadísticamente (ANOVA) los resultados de la caracterización del agua tratada se puede apreciar que no existe significancia recomendando el análisis de los valores con las pruebas de Kruskal-Wallis no paramétricos (J. Susan Milton, 2001).

Según Zahor y Rehman (2009) los bacillus sp reduce Cr6 a Cr3 con una eficiencia de 86% después de 144 horas de exposición a las aguas industriales, así también Gutiérrez (Gutiérrez et al 2010) sostiene que saccharomyces cerevisiae transforma el Cr6 a especies reducidas y podemos decir que según los datos obtenidos forma general el cromo disminuye de 1308,08 Ug/lit a 54,09 Ug/lit al ser tratadas con EMAs y 121 Ug/lit al ser tratada con EM1, afirmando lo que la Revista Química (2003) demuestra al hablar de la importancia del tratamiento biológico en los efluentes industriales.



Según el proveedor Pellital el tratamiento físico químico da un buen resultado disminuyendo el cromo teniendo datos con el tratamiento desde una media de 1308,98 Ug/Lt a 70,55 Ug/Lt cumpliendo con lo que estipula norma TULAS en la descarga. En el análisis estadístico la prueba no paramétrica para el cromo se puede observar que el tratamiento con coagulante y floculante es el mejor y en los tratamientos entre los microorganismos EMAs y EM1 no existe una diferencia marcada representativa, analizando las medias de los datos obtenidos el tratamiento cumple con lo especificado en la norma de descarga (Camargo et al 2004).

Con respecto a la DBO los resultados obtenidos demuestran que en las medias el tratamiento físico partiendo de 3525 mg/Lt en el Testigo disminuyó la DBO a 1757mg/Lt aunque no es lo que se esperaba ya que no cumple con el límite máximo permisible. En lo que corresponde al tratamiento con EM1 y EMAs el DBO se incrementó a 8325mg/Lt y 9768mg/Lt respectivamente, por estar estático durante 7 días

La demanda química de oxígeno disminuyó con el tratamiento físico químico de 7929 mg/Lt a 3888 mg/Lt, aunque no es lo que se esperaba ya que no entra en norma de descarga, y con respecto a los tratamientos con los microorganismos se incrementó drásticamente a 16079 mg/Lt con EM1 y 16498 mg/Lt con EMAs, por su estancamiento durante los 7 días, correlacionándolo con la DBO.

Con respecto al fósforo el tratamiento físico químico disminuyó de 12ppm a 6.55ppm de fósforo en el agua entrando en norma de descarga, no así los tratamientos con microorganismos que no dieron el resultado esperado, 10.58 mg/Lt con EM1 y 10.37 mg/Lt con EMAs.

Si nos referimos al Ph podemos decir que a pesar de que tanto el coagulante y floculante tuvieron un carácter ácido, el momento de tratar el agua de la curtiembre, altamente alcalina (11.29), no se logró dejar dentro de norma de descarga el Ph (9.59), pero con los microorganismos se logró entrar en rango de descarga debido a que durante los 7 días el agua fermentó acidificando el agua estática 5,89 EM1 y 7,12 EMAs.

Si hablamos de los Sólidos sedimentables, si bien es cierto estadísticamente se pueden observar outliers en los tratamientos con microorganismos, al ser materia



orgánica el sólido sedimentado, es inevitable su descomposición durante los 7 días, lo que provocó que por la emanación de CO_2 los sólidos que sedimentaron flotarán de cierta manera suspendiéndolos. Con respecto al tratamiento físico químico los flocks formados no son lo suficientemente pesados para que sedimente completamente, en ambos casos hubo un incremento en los sólidos sedimentables 0.58 mg/lit en el Testigo, 5,63 mg/lit en el TFQ, 10mg/lit en los EM1 y 10mg/lit en los EMAs.

Con respecto a los sólidos suspendidos el tratamiento físico químico disminuyó de 965mg/lit a 526 mg/lit en el TFQ, pero no es lo que se esperaba quedando fuera de norma de descarga, al igual que los tratamientos con microorganismos con 422mg/lit con los EM1 y 525 con las EMAs.

Al hablar de los sólidos totales, es el TFQ el que disminuyó de manera leve los sólidos partiendo desde 10143mg/lit llegando hasta una media de 8703mg/lit, pero no está dentro de norma para la descarga, al igual que el tratamiento con EM1 y EMAs que dieron 14992mg/lit y 16113mg/lit respectivamente..

Con respecto a las sustancias solubles al hexano se puede ver que ningún tratamiento da resultado esperado, aunque con el TFQ se obtuvo 90mg/lit partiendo de 145mg/lit.

Si hablamos de los coliformes totales, al ser el cuero de animales el contenido de e.coli, enterobacter, citrobacter, klebsiella se incrementó de un día para el otro teniendo un crecimiento exponencial, es por eso que se pudo observar que el testigo está dentro de norma con respecto a los coliformes totales 3,5 NMP/100ml, pero ya en el tratamiento físico químico existió un incremento considerable 45006NMP/100ml, y de igual manera en el tratamiento con EM1(297NMP/100ml) y EMAs(24300NMP/100ml) cuyas aguas pasaron 7 días estáticos.

De igual manera al incrementarse los coliformes totales es un hecho que los coliformes termotolerantes se incrementarán en una proporción parecida, en los tres tratamientos no se tuvo los parámetros dentro de norma para la descarga: 1.93 NMP/100ml en el Testigo, 45001 NMP/100ml en el TFQ, 122513 NMP/100ml en el EM1 y 4683 NMP/100ml en los EMAs.



CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- **Conclusión1.**_ Tomando la hipótesis podemos decir que según los datos y resultados obtenidos los microorganismos eficientes autóctonos no permiten reducir los residuos físicos químicos contenidos en las aguas industriales de la curtiembre en cumplimiento con la norma del Ministerio del Ambiente del Ecuador
- **Recomendación.**_ Se recomienda realizar el experimento con mayor cantidad de repeticiones ya que estos ayudarían a tener una mejor visión de los tratamientos, un menor porcentaje de error y el criterio más acertado para eliminar outliers.
- **Conclusión2.**_ Según el objetivo general de este estudio se evidenció el efecto de los EMAs en la purificación y descontaminación de las aguas residuales de la Curtiembre, teniendo como resultado que los microorganismos eficientes no purifican y descontaminan las aguas de la curtiembre a pesar que se pudo evidenciar que durante el tiempo de tratamiento se producía un sedimento marcado pero, los resultados obtenidos indican que el agua tratada no se encuentra dentro de los límites máximos permisibles según la norma TULAS.
- **Recomendación.**_ Al observar que al adicionar los microorganismos eficientes autóctonos se produce una sedimentación se podría usar este como un tratamiento primario inicial para luego pasar a un tratamiento físico químico lo cual haría que las dosis de coagulante y floculante sean menores implicando un menor costo en el tratamiento.
- **Conclusión3.**_ Al evaluar los 3 métodos propuestos en este estudio se puede decir que ninguno de los tratamientos puede ser considerado como el adecuado para esta agua de la curtiembre, ya que aunque los tratamientos con microorganismos eficientes provocaron un sedimento marcado al transcurrir el tiempo, no se pudo obtener resultados dentro de norma para descarga, cabe mencionar que el tratamiento físico químico dio mejores



resultados aunque en la mayoría de parámetros medidos los resultados estuvieron fuera de norma de descarga según el TULAS.

- **Recomendación.**_ Se recomienda usar el tratamiento físico químico y el de microorganismos en serie y no en paralelo como fue planteado en este estudio para luego proceder a un análisis de los lodos obtenidos y caracterizarlos mediante un análisis CRETIB para determinar su peligrosidad.
- Además se recomienda realizar el tratamiento físico químico con policloruro de aluminio (PAC) ya que se comporta mejor en la remoción de sustancias orgánicas, tiene una mejor remoción de la turbiedad y color.
- Se recomienda también usar para flocular una poliacrilamida de alto peso molecular ya que se pudo observar que los flocks eran muy livianos.
- **Conclusion4.**_ En la determinación de los índices de contenido de cromo en los 3 métodos aplicados en el tratamiento de las aguas industriales de la curtiembre podemos decir que al tomar las medias como medidas para los mencionados índices tenemos: TFQicr (índice de cromo en tratamiento físico químico):0.94; EM1icr (índice de cromo en tratamiento con EM1):0.90; EMAsicr (índice de cromo en tratamiento en EMAs):0.96.
- **Recomendación.**_ Se recomienda caracterizar los lodos generados en los diferentes tratamientos así como la determinación del contenido de Cr6 y Cr3.
- **Conclusión5.**_ Se pudo apreciar en la prueba de jarras que una diferencia significativa para el tratamiento en situ es el pH ya que los ph ácidos ayudan a coagular mejor el agua residual.
- **Recomendación.**_ Para lograr que los microorganismos tengan un carácter ácido se debe controlar la fermentación de la solución de microorganismos cuidando de no llegar a un estado muy ácido ya que se perderían la eficiencia de los microorganismos.
- **Conclusión6.**_ Durante los 7 días de tratamiento con los microorganismos se puede observar que el sedimento va apareciendo al transcurrir los días pero



en el testigo no se observa material sedimentable, no es el caso del tratamiento con coagulante floculante que se observa el material sedimentable de manera inmediata, en el caso de los microorganismos EM1 y EMAs en el transcurso de los días se puede observar que la precipitación es marcada obteniendo un sedimento en igual porcentaje que el tratamiento físico químico

- **Recomendación.**_ La DBO y la DQO se incrementan de manera drástica en los tratamientos se recomienda adicionar oxígeno mediante burbujeo y analizar si se logra bajar estos parámetros, analizar los lodos generados en los tratamientos para identificar su carga contaminante.

- **Conclusión7.**_ Las EM1 y EMAs se caracterizaron en un laboratorio calificado llegando a concluir que los microorganismos capturados y los comerciales son similares y se comportan de manera parecida en las aguas a tratar.

- **Recomendación.**_ Se recomienda realizar los mismos análisis con EMAs que no hayan sido capturadas en el lugar de descarga del agua, es decir con EMAs de otros lugares para contrastar los resultados. Así como realizar el tratamiento con estas EMAs para contrastar su comportamiento.

- **Conclusión8.**_ Se pudo observar en la caracterización del Testigo que el agua resultante de proceso cambia de una fecha a otra a pesar de las formulaciones controladas del proceso productivo y de las condiciones bloqueadas del resto de variables en el diseño experimental, se puede sospechar que al ser cuero de la sierra o de la costa ha provocado que el testigo varíe de una producción a otra.

- **Recomendación.**_ Se recomienda de ser posible bloquear la diferente procedencia del cuero usada como materia prima.

- **Conclusión9.**- No se ha considerado que en la zona circundante al trampeo al ser una zona húmeda debido a la descarga exista roedores los cuales pueden ser atraídas por el alimento de las tarrinas de trampeo, en nuestro caso esta condición hizo fracasar en dos ocasiones el trampeo.



- **Recomendación.**_ Se recomienda implementar otro tipo de implementos y otros aditamentos para proteger el estudio de esos inconvenientes, usar material vegetal más pesado sobre la tarrina.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Buchelli Franklin et al, Manual de Gestión Ambiental, Comisión de Gestión Ambiental, Municipalidad de Cuenca, Ministerio del Ambiente, 2000
- POLITICA AMBIENTAL DE LA COMISION DE GESTION AMBIENTAL CUENCA
http://www.cga.cuenca.gov.ec/Quienes_Somos/Politica_Ambiental.php
- Acuerdo 068 TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI Sección II De los Permisos de Descargas, Emisiones y Vertidos Art. 92.
<http://www.cga.cuenca.gov.ec/Legislacion/Imagenes/Acuerdo%20Ministerial%20068.pdf>
- Ministerio del Ambiente. Enero de 2003. Texto Unificado de la LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA. Libro VI. Anexo 1. Corporación de Estudios y Publicaciones. Quito.
- Municipalidad de Cuenca, Reforma, Actualización, Complementación y Codificación de la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca, Determinaciones para el uso y ocupación del suelo
- Shinner, F., & Klauser, T. (2005). Feasibility Studies for Microbial Remediation of Metal- Contaminated Soil. En R. Margesin, & F. Shinner, Manual for Soil Analysis-Monitoring and Assessing Soil Bioremediation (págs. 155-159). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Chavarría, J. (2012).Proceso artesanal de oro. (R. Midence: Entrevistador) La Libertad, Chontales,Nicaragua
- Maksaev, V. (2009). Impacto ambiental de la actividad minera. Recuperado el 8 de Agosto de 2013, de Centro de computo de Universidad de Chile:



<http://www.cec.uchile.cl/~vmaksaev/IMPACTO%20AMBIENTAL%20DE%20LA%20ACTIVIDAD%20MINERA.pdf>

- Cardona, Garcia, Evaluación del Efecto de los EM Sobre la Calidad de Agua Residual Domestica (Pontificia Universidad Javeriana) Facultad de Ciencias- Carrera de Microbiología Industrial Dic 2008 Bogotá
- Revista Química Viva- Número 3, año 2, diciembre 2003- quimicaviva@qb.fcen.uba.ar
- SERRANO, F. 2010. Bacterias fotosintéticas. Consultado el 6 feb 2013. Disponible en: <http://facultad.bayamon.inter.edu/yserrano/Bacteria.html>
- “EVALUACIÓN DE UNA FUENTE BIOTECNOLÓGICA DE LEVADURAS, BACTERIAS Y ENZIMAS DIGESTIVAS (MORE YEAST 100 E) EN DIETAS PARA CRECIMIENTO Y ACABADO, VICTOR HUGO GUANOCHANGA PILICITA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS ESCUELA DE INGENIERÍA, ZOOTÉCNICA Riobamba-Ecuador 2013.
- Vida naturaleza y ciencia THOMAS DEICHMANN, DETLEV GANTEN y THILO SPAHL, 2004.
- Microorganismos eficientes de montaña: evaluación de su potencial bajo manejo agroecológico de tomate en Costa Rica , Henry Agustín Acosta Almánzar, Turrialba, Costa Rica, 2012
- GHAFARI, S., ABDUL, H., HASNAIN, M. AND AKBAR, A. Application of response surface methodology (RSM) to optimize coagulation–flocculation treatment of leachate using polyaluminum chloride (PAC) and alum. Journal of Hazardous Materials, 163, 650 – 656, 2008.



- National Toxicology Program. Chromium Hexavalent Compounds, Report on Carcinogens, Thirteenth Edition. Triangle Park, NC: National Institute of Environmental Health and Safety, 2014
- Quím. Silvana Quijandría. R Chemical S.A (Lima Perú).2012.
- Higa, Dr. Teruo; Dr. James Parr (1994). Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment
- SCHULZ, C. R Y OKUN D. A. (1990). "Tratamiento de aguas superficiales para países en desarrollo". LIMUSA. México
- Szymanski, N.; Patterson, R.A. (2003). "Effective Microorganisms (EM) and Wastewater Systems in Future Directions for On-site Systems: Best Management Practice"
- J.Susan Milton, 2001
<http://www.x.edu.uy/libros/Estadistica%20para%20Biologia%20y%20Ciencias%20de%20la%20Salud%203a%20Ed.pdf>
- SUAREZ, J. Coagulación – Floculación. Memorias Curso de Operadores de Plantas de Potabilización. Cali, Colombia, 136 – 167, Noviembre de 1987.
- PRADILLA, F. Clarificación de aguas. Documento técnico. Química Nalco de Colombia S.A, Barranquilla, 1994.
- Ambiente y Sostenibilidad 2011 (1): 25-31 Revista del Doctorado Interinstitucional en Ciencias Ambientales
- TÉLLEZ, J. CARVAJAL, R. M. & GAITÁN, A. M. 2004. Aspectos toxicológicos



relacionados con la utilización del cromo en el proceso productivo de curtiembres.

- Agency for Toxic Substances and disease Registry (ATSDR). Chromium Toxicity. Case Studies in Environmental Medicine. Course: SS3048 U.S.; 2006.
- AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS PROTEOLÍTICOS CON POTENCIAL DE BIOCONVERSIÓN A PARTIR DE FLUENTES DE CURTIEMBRE 2012
- GUIA DE LA TECNOLOGIA EM. EM Producción y Tecnología S,A(EMPROTEC)APDO POSTAL 642-1100,San Juan de Tibás,Costa Rica,C.A
- RUMIPAMBA Revista de Difusión Científica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Central del Ecuador Volumen XXIV 2010, Evaluación de dos fuentes de microorganismos eficientes autóctonos en el tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cayambe-Pichincha, Gabriel Segovia C, Manuel Suquilanda V, Mario Lalama H.
- ABSORPTION OF ARSENIC AND CHROMIUM BY USING EFFICIENT MICROORGANISMS IN THE WATERS OF THE INNER BAY OF THE LAKE TITICACA-PUNO, 2012), Zoraida Nila Ari-Añamuro, Bióloga, docente de la Carrera Profesional de Farmacia – UANCV.
- International Agency for Research on Cancer, AIR Monographs on the evaluation on the carcinogenic risk of chemical to humans Chemical and industrial Processes asociated with cáncer in humans.IARC Monographs, volumes 1 to 29 IARC monographs, supplement 4 lyon, I.A.R.C 1982.
- Dolfing, J. y Bloemen W (1985) “Activity measurements as a tool to characterize the microbial composition of methanogenic enviroments” J. Microbiol. Methods.

ANEXOS

Anexo 1. Límites máximos permisibles.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH ₄	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cromo	Cr	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2,0
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500

Anexo 2. Tratamientos

Tipo de tratamiento	Características	Ejemplos	Referencia
Preliminar	Su objetivo es eliminar cualquier elemento que pueda entorpecer alguna de las etapas siguientes del tratamiento como sólidos gruesos, arena, aceites y grasas.	Rejas y cribas de barras, tamices, desmenuzadores, desarenadores, separadores de grasas y aceites, tanques de preaireación y aliviaderos.	(Ramalho 1983; Eckenfelder y Grau, 1992; Seoanez, 1996)
Primario	El objetivo del tratamiento primario es la remoción de la materia orgánica suspendida (40 a 60%), por medio de procedimientos físicos, químicos y a veces biológicos.	Fosas sépticas, tanques de doble acción, tanques de sedimentación, filtración, neutralización y flotación.	(Ramalho 1983; Diehl y Jeppsson 1998)
Secundario	Su objetivo es la remoción de la materia orgánica disuelta, medida como demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que no pudo ser removida en el tratamiento primario. En este tratamiento se estimula de manera controlada el crecimiento de microorganismos degradadores de materia orgánica. El porcentaje de remoción de DBO en este tipo de tratamientos es aproximadamente del 90%	Lechos bacterianos, lodos activados, lagunas de estabilización, biodiscos, filtros bacterianos, filtros percoladores, reactor de lodos de flujo ascendente (UASB)	(Gaudy y Gaudy, 1971; Seoanez, 1996; Metcalf y Eddy 2003)
Terciario	El objetivo del tratamiento terciario, o avanzado, es remover cualquier otro elemento no deseado. Esta etapa del tratamiento está generalmente enfocada a la remoción de nutrientes (nitrógeno y fósforo).	Cloración, ozonización, carbón activado, intercambio iónico, ósmosis inversa, rizofiltración.	(Seoanez, 1996; Boari <i>et al.</i> , 1997; Eckenfelder, 2000; Metcalf y Eddy, 2003).

Anexo 3. Límites permisibles para una curtiembre según el MAE

Parámetros	Unidad	Límite Máximo
		Norma TULAS
Caudal máximo	lt/s	
Caudal medio	lt/s	
Caudal máximo/ Caudal medio	lt/s	
Temperatura máxima	°C	<40
pH máximo	mg/l	9
pH mínimo		5
DBO ₅	mg/l	100
DQO	mg/l	250
Fosforo Total	mg/l	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	
Nitrógeno orgánico	mg/l	
pH		5-9
Sólidos sedimentables	mg/l	1
Sólidos suspendidos	mg/l	100
Sólidos totales	mg/l	1600
Sustancias solubles al hexano	mg/l	0.3
Cloruros	µg/l	1000
Sulfuros	µg/l	0.5
Coliformes Totales	NMP/100 ml	
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	
Cromo	µg/l	500 µg/l
Sodio	µg/l	

Anexo 4. Caracterizaciones laboratorio ETAPA.

LABORATORIO DE SANEAMIENTO Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. - Cuenca Telf : 4175557 - 4175568	Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OAE con Acreditación N° OAE LE 2C 06-004	INFORME DE RESULTADOS Página 1 de 1
---	---	---

FECHA: 2016/05/30

INFORME N°: 253/16

CLIENTENOMBRE: CURTIEMBRE SOL CUERO
DIRECCIÓN: Panamericana Norte Km 7.5 s/n - Cuenca**MUESTRA**CODIGO: 253/01/16
DESCRIPCIÓN: Agua residual
PROCEDENCIA: Curtiembre Sol Cuero
FECHA DE RECEPCIÓN: 2016/05/23
ENTREGADAS POR: Ing. Mario Morochu

RESULTADOS

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	Agua residual 290/01/16
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/06/13 2016/06/18	mg/l	5000
DOO	PEE/LS/FQ/06	2016/06/13	mg/l	10341
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/06/14	mg/l	14.83
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/06/13		10.87
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/06/13	ml/l	0.7
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/06/13	mg/l	1160
SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/06/13	mg/l	13402
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/06/16	mg/l	103.3
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/06/13 2016/06/16	NMP/ 100 ml	4.5
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/06/14 2016/06/16	NMP/ 100 ml	2.0
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/19	µg/l	731
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/19	µg/l	< 50

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	TFQ 292/01/16
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/06/14 2016/06/19	mg/l	2500
DOO	PEE/LS/FQ/06	2016/06/14	mg/l	5004
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/06/14	mg/l	7.89
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/06/14		10.45
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/06/14	ml/l	0.5
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/06/14	mg/l	570
SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/06/14	mg/l	9538
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/06/17	mg/l	265
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/06/14 2016/06/16	NMP/ 100 ml	<1.8
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/06/15 2016/06/17	NMP/ 100 ml	<1.8
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/19	µg/l	172.7
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/19	µg/l	< 50

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	EM1 255/02/16
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/05/24 2016/05/29	mg/l	4000
DOO	PEE/LS/FQ/06	2016/05/24	mg/l	8157
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/05/25	mg/l	8.70
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/05/24		8.1
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/05/24	ml/l	40
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/05/24	mg/l	770
SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/05/24	mg/l	7106
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/05/26	mg/l	50.0
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/05/24 2016/05/26	NMP/ 100 ml	1.1E+07
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/05/25 2016/05/27	NMP/ 100 ml	4.9E+05
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/05/26	µg/l	47.3
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/05/26	µg/l	<50

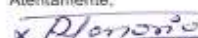
PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	EMAS 255/03/16
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/05/24 2016/05/29	mg/l	3600
DOO	PEE/LS/FQ/06	2016/05/24	mg/l	7147
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/05/25	mg/l	4.72
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/05/24		8.29
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/05/24	ml/l	10.0
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04		mg/l	800
SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05		mg/l	6328
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/05/26	mg/l	42.0
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/05/24 2016/05/26	NMP/ 100 ml	9.3E+04
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/05/25 2016/05/27	NMP/ 100 ml	1.8E+04
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/05/26	µg/l	<20
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/05/26	µg/l	<50

PARAMETRO	DBO5	DOO (>100)	DOO (<100)	FOSFORO TOTAL	SOLIDOS SUSPEND.	SOLIDOS TOTALES
INCERTIDUMBRE	16.12 % (95 %, k=1.96)	12.7 % (95 %, k=1.96)	13.05 % (95 %, k=1.99)	6.04 % (95 %, k=1.96)	10.76 % (95 %, k=1.96)	17.31 % (95 %, k=1.96)

PARAMETRO	CROMO	PLOMO
INCERTIDUMBRE	3.1 % (95 %, k=1.96)	3.3 % (95 %, k=1.96)

pH
3.00 % (95 %, k=2.01)

Atentamente,


 Btaq. María José Chérrez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

LABORATORIO DE SANEAMIENTO
Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. - Cuenca
Telf : 4175557 - 4175568

Laboratorio de Ensayo
Acreditado por el OAE con
Acreditación N°
OAE LE 2C 06-004

INFORME DE RESULTADOS
Página 1 de 2

FECHA: 2016/05/31

INFORME N°: 255/16

CLIENTE

NOMBRE: CURTIEMBRE SOL CUERO
DIRECCIÓN: Panamericana Norte Km 7.5 s/n - Cuenca

MUESTRA

CODIGO: 255/01-03/16
DESCRIPCIÓN: Agua residual
PROCEDENCIA: Curtiembre Sol Cuero
FECHA DE RECEPCIÓN: 2016/05/24
ENTREGADAS POR: Ing. Mario Morocho

RESULTADOS

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	M1 253/01/16
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/05/23 2016/05/28	mg/l	3100
DOO	PEE/LS/FQ/06	2016/05/23	mg/l	8056
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/05/25	mg/l	8.47
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/05/23		12.19
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/05/23	ml/l	0.5
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/05/23	mg/l	1070
SÓLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/05/23	mg/l	10524
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/05/25	mg/l	378.0
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/05/26	µg/l	108.2
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/05/26	µg/l	63.4

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	TFQ 255/01/16
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/05/24 2016/05/29	mg/l	2600
DOO	PEE/LS/FQ/06	2016/05/24	mg/l	7424
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/05/25	mg/l	8.79
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/05/24		11.02
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/05/24	ml/l	0.5
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/05/24	mg/l	990
SÓLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/05/24	mg/l	10586
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/05/26	mg/l	60.0
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/05/24 2016/05/28	NMP/ 100 ml	1.8E+05
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/05/25 2016/05/27	NMP/ 100 ml	1.8E+05
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/05/26	µg/l	46.5
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/05/26	µg/l	<50

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	EM1 262/02/16
DBO5 *	PEE/LS/FQ/01	2016/05/31 2016/06/05	mg/l	17500
DOO *	PEE/LS/FQ/06	2016/05/31	mg/l	32652
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/05/31	mg/l	14.02
pH	PEE/LS/FQ/07	2016/05/31		4.72
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/05/31	ml/l	0.0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/05/31	mg/l	340
SÓLIDOS TOTALES *	PEE/LS/FQ/05	2016/05/31	mg/l	29160
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/05/31	mg/l	56
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/05/31 2016/06/02	NMP/ 100 ml	7.0E+02
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/06/01 2016/06/03	NMP/ 100 ml	49
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/01	µg/l	47.20
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/01	µg/l	<50

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	EMAS 262/03/16
DBO5 *	PEE/LS/FQ/01	2016/05/31 2016/06/05	mg/l	28750
DOO *	PEE/LS/FQ/06	2016/05/31	mg/l	44381
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/05/31	mg/l	18.28
pH	PEE/LS/FQ/07	2016/05/31		4.6
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/05/31	ml/l	0.0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/05/31	mg/l	650
SÓLIDOS TOTALES *	PEE/LS/FQ/05	2016/05/31	mg/l	42664
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/05/31	mg/l	156
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/05/31 2016/06/02	NMP/ 100 ml	7.0E+02
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/06/01 2016/06/03	NMP/ 100 ml	33
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/01	µg/l	53.74
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/01	µg/l	<50

SM: STANDARD METHODS, Edición 22

PARAMETRO	DBO5	DOO (+10%)	DOO (+10%)	FOSFORO TOTAL	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SÓLIDOS TOTALES
INVERTIDUMBRE	13.12 % (95 %, >=1.88)	12.7 % (95 %, >=1.05)	13.28 % (95 %, >=1.89)	8.04 % (95 %, >=1.38)	10.76 % (95 %, >=1.85)	17.31 % (95 %, >=1.88)

PARAMETRO	CROMO	PLOMO
INVERTIDUMBRE	2.1 % (95 %, >=1.88)	3.3 % (95 %, >=1.88)

pH
3.50 % (95 %, >=3.01)

Atentamente,

Mario Morocho
Blaq. María José Chérrez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO

LABORATORIO DE SANEAMIENTO
Panamericana Norte Km. 5 y 1/2 - Cuenca
Telf : 4175557 - 4175568

Laboratorio de Ensayo
Acreditado por el OAE con
Acreditación N°
OAE LE 20 06-004

INFORME DE RESULTADOS
Página 1 de 2

FECHA: 2016/06/07

INFORME N°: 262/16

CLIENTE

NOMBRE: CURTIEMBRE SOL CUERO
DIRECCIÓN: Panamericana Norte Km 7.5 s/n - Cuenca

MUESTRA

CODIGO: 262/01-03/16
DESCRIPCIÓN: Agua residual
PROCEDENCIA: Curtiembre Sol Cuero
FECHA DE RECEPCIÓN: 2016/05/31
ENTREGADAS POR: Ing. Mario Morochó

RESULTADOS

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	Agua residual 260/01/16
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/06/30 2016/06/04	mg/l	2950
DOO	PEE/LS/FQ/06	2016/05/30	mg/l	6732
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/05/31	mg/l	11.43
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/05/30		10.84
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/05/30	ml/l	0.8
SOLIDOS SUSPENDIDOS	PEE/LS/FQ/04	2016/05/30	mg/l	1152
TOTALES				
SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/05/30	mg/l	6952
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/05/31	mg/l	72
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/05/30	NMP/ 100 ml	**
COLIFORMES				
TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/05/31	NMP/ 100 ml	**
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/01	µg/l	4312.0
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/01	µg/l	<50

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	TFQ 262/01/16
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/05/31 2016/06/05	mg/l	355
DOO	PEE/LS/FQ/06	2016/05/31	mg/l	1178
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/05/31	mg/l	4.07
pH	PEE/LS/FQ/07	2016/05/31		6.93
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/05/31	ml/l	19
SOLIDOS SUSPENDIDOS	PEE/LS/FQ/04	2016/05/31	mg/l	140
TOTALES				
SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/05/31	mg/l	6444
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/05/31	mg/l	20
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/06/02	NMP/ 100 ml	23
COLIFORMES				
TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/06/01	NMP/ 100 ml	<1.8
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/01	µg/l	<20
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/01	µg/l	<50

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	EM1 276/02/16
DBO5 *	PEE/LS/FQ/01	2016/06/07 2016/06/12	mg/l	5900
DOO	PEE/LS/FQ/06	2016/06/07	mg/l	11699
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/06/14	mg/l	9.92
pH	PEE/LS/FQ/07	2016/06/07		4.72
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/06/07	ml/l	0.0
SOLIDOS SUSPENDIDOS	PEE/LS/FQ/04	2016/06/07	mg/l	80
TOTALES				
SOLIDOS TOTALES *	PEE/LS/FQ/05	2016/06/07	mg/l	10206
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/06/13	mg/l	4
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/06/09	NMP/ 100 ml	61
COLIFORMES				
TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/06/08	NMP/ 100 ml	<1.8
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/11	µg/l	338.3
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/11	µg/l	< 50

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	EMAS 276/03/16
DBO5 *	PEE/LS/FQ/01	2016/06/07 2016/06/12	mg/l	2725
DOO	PEE/LS/FQ/06	2016/06/07	mg/l	6666
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/06/14	mg/l	6.58
pH	PEE/LS/FQ/07	2016/06/07		6.52
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/06/07	ml/l	0.0
SOLIDOS SUSPENDIDOS	PEE/LS/FQ/04	2016/06/07	mg/l	240
TOTALES				
SOLIDOS TOTALES *	PEE/LS/FQ/05	2016/06/07	mg/l	5926
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/06/13	mg/l	3.6
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/06/09	NMP/ 100 ml	3.5E+03
COLIFORMES				
TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/06/08	NMP/ 100 ml	7.0E+02
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/11	µg/l	98.5
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/11	µg/l	< 50

SM: STANDARD METHODS, Edición 22

** No hay crecimiento en la dilución sembrada

PARAMETRO	DBO5	DOO (P19)	DOO (C19)	FOSFORO TOTAL	SOLIDOS SUSPENDIDOS	SOLIDOS SEDIMENTABLES
INCERTIDUMBRE	16.12 % (95 %, k=1.96)	12.7 % (95 %, k=1.96)	13.09 % (95 %, k=1.96)	8.08 % (95 %, k=1.96)	10.78 % (95 %, k=1.96)	17.21 % (95 %, k=1.96)

PARAMETRO	CROMO	PLOMO
INCERTIDUMBRE	3.1 % (95 %, k=1.96)	3.3 % (95 %, k=1.96)

pH
0.52 % (95 %, k=2.01)

Atentamente,

Mario Morochó
Blaq. María José Chérrez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO

LABORATORIO DE SANEAMIENTO Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. – Cuenca Telf : 4175557 - 4175568	Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OAE con Acreditación N° OAE LE 2C 06-004	INFORME DE RESULTADOS Página 1 de 2
---	---	---

FECHA: 2016/06/15

INFORME N°: 276/16

CLIENTE
NOMBRE: CURTIEMBRE SOL CUERO
DIRECCIÓN: Panamericana Norte Km 7.5 s/n - Cuenca
MUESTRA
CODIGO: 276/01-03/16
DESCRIPCIÓN: Agua residual
PROCEDENCIA: Curtiembre Sol Cuero
FECHA DE RECEPCIÓN: 2016/06/07
ENTREGADAS POR: Ing. Mario Morocho
RESULTADOS

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	Agua residual 274/01/16
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/06/06	mg/l	3050
DQO	PEE/LS/FQ/06	2016/06/06	mg/l	6587
FÓSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/06/06	mg/l	13.27
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/06/06		11.24
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/06/06	ml/l	1.0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/06/06	mg/l	460
SÓLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/06/06	mg/l	9694
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/06/10	mg/l	29.7
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/06/06	NMP/ 100 ml	2.0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/06/07	NMP/ 100 ml	<1.8
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/11	µg/l	84.7
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/11	µg/l	< 50

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	TFQ 276/01/16
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2016/06/07	mg/l	1575
DQO	PEE/LS/FQ/06	2016/06/07	mg/l	1949
FÓSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/06/14	mg/l	5.66
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/06/07		9.97
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/06/07	ml/l	2.5
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/06/07	mg/l	404
SÓLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2016/06/07	mg/l	8246
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/06/13	mg/l	16.6
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/06/07	NMP/ 100 ml	<1.8
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/06/08	NMP/ 100 ml	<1.8
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/11	µg/l	44
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/11	µg/l	< 50

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	EM1 276/02/16
DBO5 *	PEE/LS/FQ/01	2016/06/07	mg/l	5900
DQO	PEE/LS/FQ/06	2016/06/07	mg/l	11699
FÓSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/06/14	mg/l	9.92
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/06/07		4.72
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/06/07	ml/l	0.0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/06/07	mg/l	80
SÓLIDOS TOTALES *	PEE/LS/FQ/05	2016/06/07	mg/l	10206
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/06/13	mg/l	4
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/06/07	NMP/ 100 ml	61
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/06/08	NMP/ 100 ml	<1.8
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/11	µg/l	338.3
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/11	µg/l	< 50

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACION	UNIDADES	EMAS 292/03/16
DBO5 *	PEE/LS/FQ/01	2016/06/14	mg/l	4000
DQO	PEE/LS/FQ/06	2016/06/14	mg/l	7801
FÓSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2016/06/14	mg/l	11.88
pH *	PEE/LS/FQ/07	2016/06/14		9.06
SÓLIDOS SEDIMENTABLES *	SM 2540 F	2016/06/14	ml/l	0.0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2016/06/14	mg/l	412
SÓLIDOS TOTALES *	PEE/LS/FQ/05	2016/06/14	mg/l	9636
SUST. SOLUBLES AL HEXANO *	SM 5520 D	2016/06/17	mg/l	300
COLIFORMES TOTALES *	SM 9221 E	2016/06/16	NMP/ 100 ml	<1.8
COLIFORMES TERMOTOLERANTES *	SM 9221 E	2016/06/15	NMP/ 100 ml	<1.8
CROMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/19	µg/l	45.1
PLOMO	PEE/LS/AI/04	2016/06/19	µg/l	< 50

SM: STANDARD METHODS, Edición 22

PARAMETRO	DBO5	DQO (1+100)	DQO (1+500)	FÓSFORO TOTAL	SÓLIDOS SUSPEND. TOTALES	SÓLIDOS TOTALES
INCERTIDUMBRE	1.8, 12 % (95 %; k=1.96)	1.6, 7 % (95 %; k=1.96)	1.5, 6 % (95 %; k=1.96)	9.94 % (95 %; k=1.96)	42.36 % (95 %; k=1.96)	17.21 % (95 %; k=1.96)

PARAMETRO	CROMO	PLOMO
INCERTIDUMBRE	3.1 % (95 %; k=1.96)	3.3 % (95 %; k=1.96)

pH
0.00 % (95 %; k=2.01)

Atentamente,

Blaq. María José Chérrez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO



GLOSARIO.

Ácido láctico: El ácido láctico, o su forma ionizada, el lactato (del lat. *lac*, *lactis*, leche), también conocido por su nomenclatura oficial ácido 2-hidroxi-propanoico o ácido α -hidroxi-propanoico, es un compuesto químico que desempeña importantes roles en varios procesos bioquímicos, como la fermentación láctica. Es un ácido carboxílico, con un grupo hidroxilo en el carbono adyacente al grupo carboxilo, lo que lo convierte en un ácido α -hidroxílico (AHA) de fórmula $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$). En solución puede perder el hidrógeno unido al grupo carboxilo y convertirse en el anión lactato.

Levaduras: Se denomina levadura o fermento a cualquiera de los diversos organismos eucariotas, clasificados como hongos ya sean ascomicetos o basidiomicetos microscópicos, con forma unicelular predominante en su ciclo de vida, generalmente caracterizados por dividirse asexualmente por gemación o fisión binaria y tienen estados sexuales que no están adjuntos a un esporocarpo (cuerpo fructífero). Son importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante fermentación predominantemente alcohólica de diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias.

Actinomicetes: Orden de microorganismos que habitan en el suelo. Género de bacterias, generalmente patógenas e inmóviles con ramificaciones filamentosas.

Bacterias Fotosintéticas: Bacterias que para crecer obtienen su energía de la luz mediante fotosíntesis.

R. Pálustris: *Rhodospseudomonas palustris* es una bacteria fototrófica anoxigénica del azufre púrpura. Esta bacteria habita tanto en suelo y agua. Mucha investigación se ha hecho sobre esta bacteria debido a las siguientes propiedades:

- Metabólicamente carácter versátil (puede utilizar ambos compuestos ligeros y orgánicos para la obtención de energía).
- La producción de hidrógeno (productor de biocombustibles)
- La fijación del dióxido de carbono
- Capacidad para degradar compuestos orgánicos, tanto en condiciones aeróbicas y anaeróbicas



Mutagénico: Compuesto o agente que induce mutaciones, como la luz UV o algunos compuestos químicos.

Coliformes: Designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.